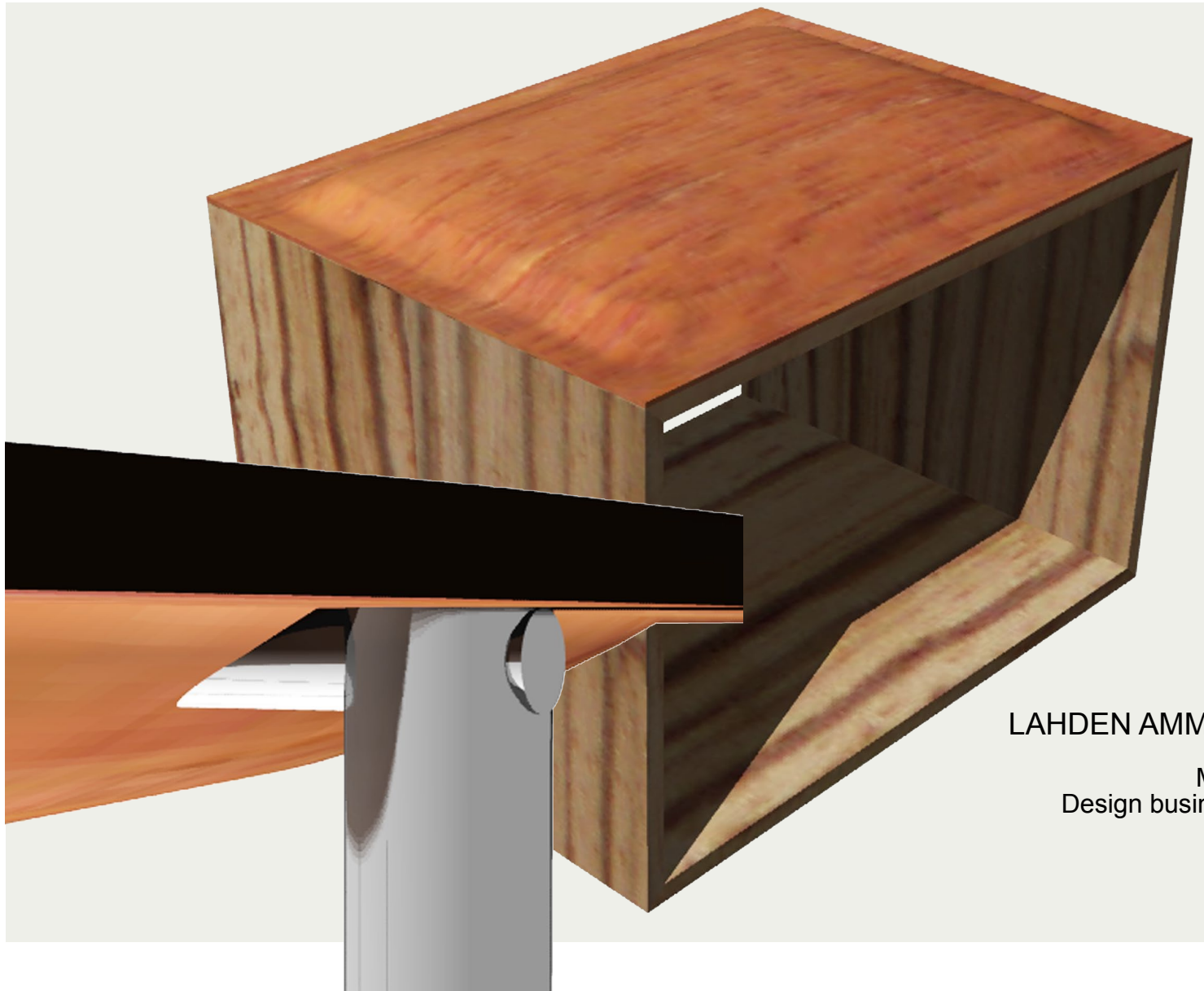


Tuomo Rahikainen

Muotopuriste kuorirakenteena

kalusteiden keventäminen



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Muotoilu- ja taideinstituutti
Muotoilun koulutusohjelma
Design business ja muotoilun tutkimus
Muotoilun YAMK

Opinnäytetyö 2011

Lahden ammattikorkeakoulu

Muotoilu- ja taideinstituutti

Tuomo Rahikainen

Muotopuriste kuorirakenteena

Kalusteiden keventäminen

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää keveitä muotopuristeisia kalusterakenteita. Kehittämisen lähtökohtana oli puristemuottitutkimus, jossa kaksoiskaarevista muotopuristeista muodostettiin komposiitteja keveiden välimateriaalien kanssa.

Suunnitteluprosessi toteutui materiaalitutkimuksilla ja muottirakenteita kehittämällä sekä varsinaisena tuotesovellusten suunnitteluna. Suunnitteluprosessin toimintakäytäntöjen ja uuden tiedon muodostamisen luonnin tukena oli toiminnan teorian yleisestä mallista mallinnettu sovellus, muotoilijan toimintamalli. Toimintamalli toimi myös yhteisenä mallina arvioitaessa suunnittelun liittämien tuote ominaisuuksien vaikutusta mahdollisen käyttäjän toiminnoissa.

Asiasanat

Muotopuriste, toimintamalli, muotoilu, kuorirakenne, kevyt tuote

Muotoilun koulutusohjelma

Design business ja muotoilun tutkimus, YAMK

Opinnäytetyö, 21.4.2011, 71 sivua, suomi

Ohjaajat: Päivi-Maria Jaatinen, Ari Känkänen

Suunnittelun tuloksena oli pöydän ja istuimen kevyt kuorirakenteinen muotopuristustuote, joissa muotopuriste on kuorirakenteena pöydän kannessa ja istuimen päällisenä. Tuloksena oli uusi tuotemuoto ja rakenne, joka tarjoaa uutta välineistöä muotopuristet tuotteiden muotoilussa.

Aineisto

Kirjallinen julkaisu

Säilytyspaikka

Muotoilun koulutusohjelma, Muotoiluinstituutti, Lahden ammattikorkeakoulu

Tuomo Rahikainen

Cap structure in compression products

Making furniture more light-weight

Abstract

This thesis aims to develop light-weight form pressed furniture structures. Developing was based on compression mould research in which two direction bent pressed forms created composites with light-weight filling materials.

The design process was completed by surveys and material structures of the compression mould by developing the concept and the actual design of the products. Planning process, management practices and the formation of new knowledge creation was supported by the theory of operation of a general model for application modelling, concept model. Approach also served as a common tool for assessing the design attached to product attributes affecting potential users' perception of products.

Keywords

Compression product, model for application, design, cap structure, light-weight product

Degree Program

Design Business and Design Research, YAMK
MA Thesis in Design, 21.4.2011, 71 pages, Finnish

Supervisors: Päivi-Maria Jaatinen, Ari Känkänen

The result of design process was a cap structured compression product, in which the form pressed piece is a cover of a table and a seat cover. The result was a new product in the form and structure, offering new instruments for planning form pressed products.

Components

MA Thesis Publication

Depository

Lahti University of Applied Sciences, Institute of Design

Sisällys

1 Johdanto.....	6
2 Tavoitteet.....	10
3 Toimintamalli.....	12
3.1 Konseptointitavat.....	12
3.2 Toiminnan yleinen malli.....	14
3.3 Toimintajärjestelmän osien suhteet.....	15
3.4 Yleisen toimintamallin soveltaminen suunnittelijan malliksi.....	17
3.5 Muotoilijan toimintamalli.....	18
3.5.1 Toimintamallin osatekijät.....	19
3.5.2 Toimintamallin sisäiset suhteet.....	20
3.6 Toiminnan muodot.....	22
3.6.1 Tulkitseva toiminta.....	23
3.6.2 Luova toiminta.....	24
3.6.3 Toteuttava toiminta.....	25
3.6.4 Sisäistävä toiminta.....	26

4 Välineiden kehittäminen	27
4.1 Puuaineksen rakenne	29
4.2 Metallilevyn syvävetomuotti	31
4.3 Syvävetotyyppinen muotopuriste	32
4.4 Joustava muotti sandwich-rakenteessa	36
4.5 Kuorirakenne	38
4.6 Välinekehittelyn arviointia	39
5 Muotopuriste kuorirakenteena	40
5.1 Enemmän vähemmällä	40
5.2 Tuotesovellukset	44
5.3 Penkki	45
5.3.1 Päällisen muotopuristustyökalut	47
5.3.2 Päällisen valmistus sarjakuvana	48
5.3.3 Vaahtotäyte	50
5.4 Pöytä	52
5.4.1 Pöydän muotopuristustyökalut	54
5.4.2 Pöydänkannen valmistus sarjakuvana	55

6 Tuotteen käyttäjän toimintamalli.....	57
6.1 Tulkitseva toiminta.....	60
6.2 Luova toiminta.....	61
6.3 Toteutteva toiminta.....	62
6.4 Sisäistävä toiminta.....	63
7 Yhteenveto.....	65
Lähteet.....	69
Kuvaluettelo.....	70

1 Johdanto

Ihminen on aikojen saatossa pyrkinyt ratkaisemaan elintärkeiden toimintojensa helpottamiseksi erilaisia välineitä ja laitteita. Ihmisen toiminta on ylipäättään välineellistä. Toiminta on sidoksissa olemassa olevaan tilanteeseen ja siitä kehkeytyviin mahdollisuuksiin. Uuden tiedon luominen ja kulttuurinen kehitys on mahdollistunut yhteisöllisesti välineitä muokkaavassa toiminnassa. Käytettävissä olevat ainekset ja tavoitteet, joihin toiminnalla vastataan, saattavat muuttua. Välineiden ja taidon kehittyminen tekee mahdolliseksi toteuttaa uusia tavoitteita sekä vaativampia kohteita.

Muotopuristus on teknologiasidonnainen ja tekijöiltään kokemusta vaativa puunkäsittelyn valmistustapa. Puristusmuotin rakenne ja suunnitellut muodot on sovellettava viilumateriaalin käyttäytymiseen puristustapahtumassa. Viilu on tukista sorvaamalla tai leikkaamalla valmistettu ohut materiaalityö, jonka käyttäytyminen työstettäessä on normaalin puumateriaalin tapaista. Jokaisella puulajilla on myös omat erilaiset ominaisuutensa.

Muotopuristetun tuotteen kestävyys perustuu viilukerrosten vanerointiin. Vaneroinnin perusajatuksena on komposiittirakenteen muodostaminen ohuista viilukerroksista liimaamalla. Kerrosten syysuunnan vaihtelulla lisätään puuaineksen rakenteen poikittaista lujuutta ja vähennetään puuaineksen luontaista liikkuvuutta. Viilukerrosten määrä ja paksuus vaikuttaa myös koko rakenteen lujuuteen.

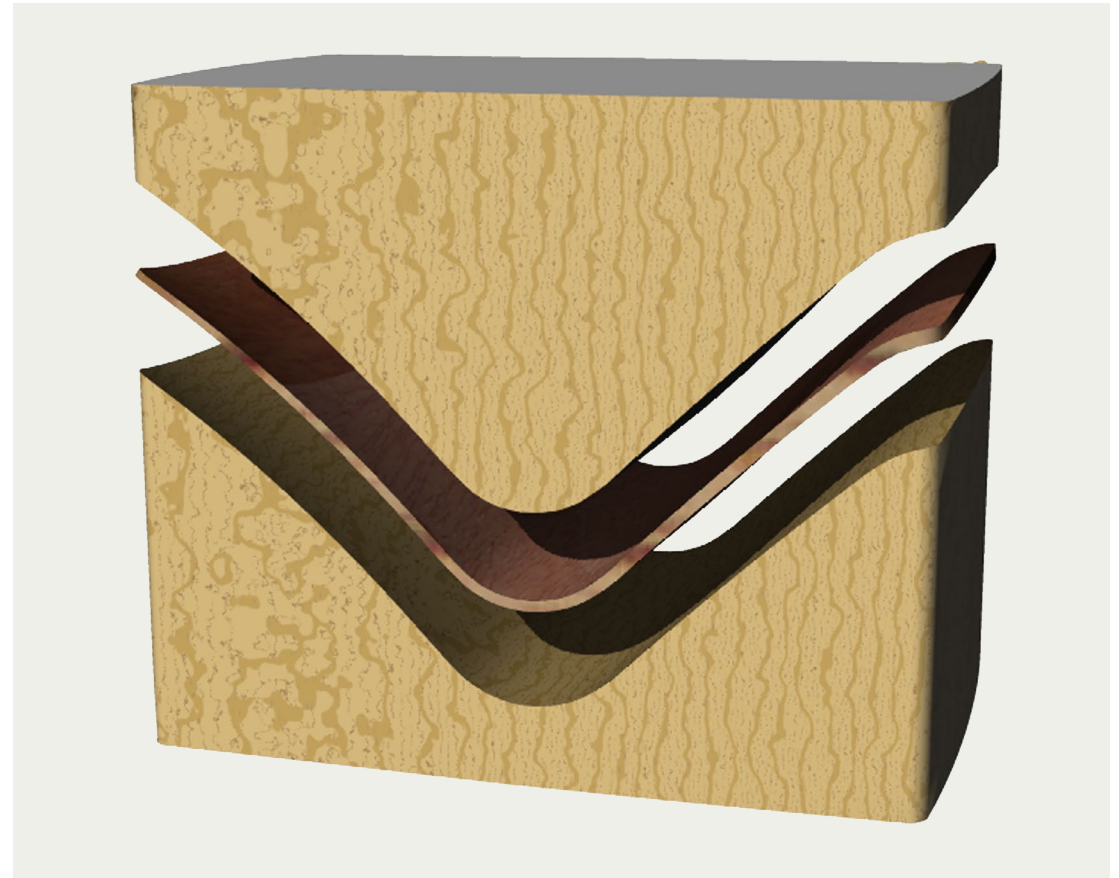


Kuva 1. Vaneroinnin periaate

Tyypillinen muotopuriste on tuolin selkänoja tai selkänojan ja istuimen yhdistelmä. Tuotteen muoto voi kääntyillä liitoksettomasti eri suuntiin muodostaen yhtenäisen tuoteosan ja yhtenäisen ilmeen. Viilupuristeen rakenteen hyviä puolia on materiaalin vähäisyys suhteessa rakenteen kestävyys-teen. Muodon vakaus ja lujuus ovat sekä muotopuristettujen huonekalujen että huonekalujen osien tärkeimpiä ominaisuuksia. Muotoon puristettu puutuote on joustava, muotoonsa palautuva ja luja komposiittituote.

Muotopuristus

Muotopuristuksessa viilukerroksia liima-
taan muottipintojen väliin kerroksittain va-
neroinnin tapaan. Paksuutta lisätään viilu-
kerroksia lisäämällä. Muotti valmistetaan
yleensä vanerista. Viilujen liimaaminen ta-
pahtuu hydraulista tasopuristinta käyttäen,
jolla saadaan riittävä puristusvoima. Liima-
na käytetään pääsääntöisesti lämpökovet-
tuvaa urealiimaa, joka lämmitetään säh-
köisesti suurjaksolla tai lämpövastuksilla
metallilevyjen välissä.



Kuva 2. Tuolin istuimen muotopuristuksen periaate

Puristeet ovat olleet yleensä tasapaksuisia muotoon taivutettuja viilukerroksia. Viime aikoina on suunniteltu paksuudeltaan vaihtuvia rakenteita, joita on käytetty esimerkiksi tuolien istuimissa. Paksuusvaihtelu toteutetaan siten, että viiluja hiotaan kartiomaiseksi sitä varten rakennetun hio-makoneen avulla. Tämän tyyppiset rakenteet vaativat sekä tuotteen mallintajalta että puristusmuotin valmistajalta osaamista ja käytettävien välineiden tuntemista. Tuote on mallinnettava tarkasti, sillä viilujen liimaus toisiinsa ei salli muotovirheitä. Ongelmana voi olla esimerkiksi viilujen repeily puristuksessa tai liimauksen epäonnistuminen osassa tuotetta.



Kuva 3. Tasapaksu ja vaihtuvapaksuinen muotopuriste

Viilun muotopuristus kaksoiskaareville pintamuodoille on tunnetusti hankalaa. Tähän ongelmaan on kehitetty erilaisia teknisiä materiaalityönteitä kuten 3D-viilu ja termomuovattava viilu. 3D-viilussa sorvattu viilu on leikattu suikaleiksi ja liimattu uudelleen yhteen. Termomuovatuksessa viilussa pintaan on lämmön avulla liimattu muovikalvo. Näillä materiaaleilla on voitu valmistaa monimuotoisiaakin kaksoiskaarevia 3D-tuotemuotoja. Muotopuristusta käsittelevissä tutkimuksissa on keskitytty viilumateriaalin venymisen parantamiseen ratkaisuna puristusongelmiin 3D-muodoissa.

Tein metallien muodonantomenetelmät -opintojaksolla Tampereen teknillisen yliopiston professori Tuomo Tiainen opintotehtäväksi tutkimuksen, kuinka metallilevyjen syvävetomuottirakennetta vastaava puristusmuotti soveltuu viilun muotopuristukseen. Syvävetomuotissa valmistetaan kuppimaisia metallituotteita, joissa metallilevy ei veny vaan puristuu kasaan. Tutkimuksen tuloksena totesin, että tavallinen käsittelemätön 0.6 mm paksuinen sorvattu viilu käyttäytyi metallilevyn tapaan vastaavanlaisessa muotissa. Tulos osoitti myös, että viilun repeytymisen ongelma ei ole niinkään materiaalissa vaan muotin rakenteessa.

Työstövälineiden kehittäminen ja tieto materiaaleista tarjoaa uusia mahdollisuuksia muotoilla tuotteita uudella tavalla. Tietotekniset mallinnusohjelmat ja numeerisesti ohjatut työstökoneet mahdollistavat vaativienkin tuotemuotojen hallinnan ja toteutuksen. Tuotegeometrian voi mallintaa tarkaksi ja puristemuotin tavoitteen mukaiseksi kohtuullisen helposti.

Tuotteen suunnittelussa välineiden merkitystä ei voi turhaan korostaa. Käytännön kokemuksen kautta opittavilla tiedoilla ja taidoilla on uuden luomisessa keskeinen sija.

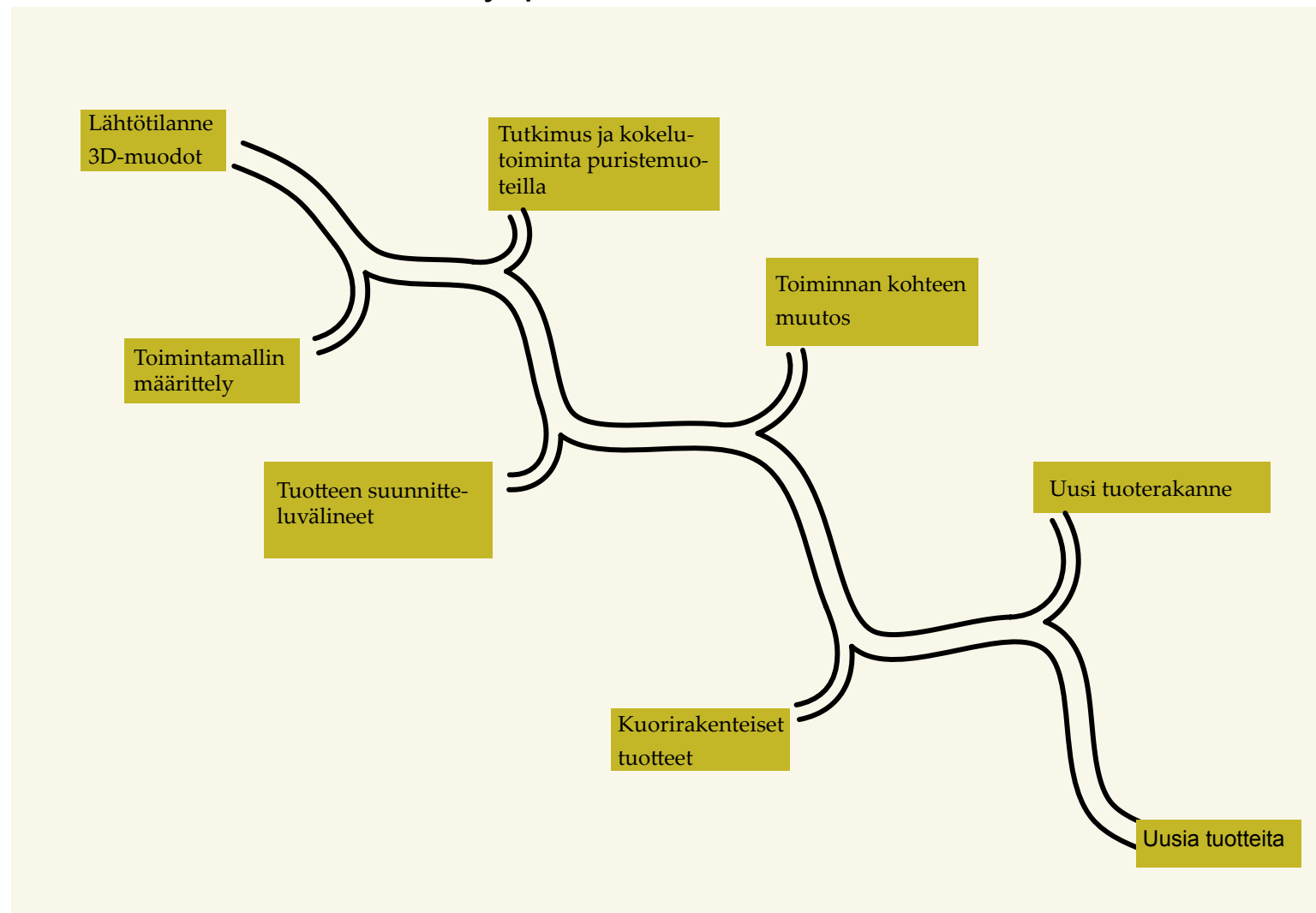
Tämän opinnäytteen haasteena on löytää uudenlaisia tuotemuotoja puristusmuottien kehittelyn kautta tutkivana, oppivana ja kokeilevana toimintana. Toiminta on tavoitteellista ja vaikka selvää päämäärää tuoteideasta ei työn alkuvaiheessa ole, suunnittelutoiminnan päämäärästä ja käytettävistä suunnitteluvälineistä voi tehdä valintoja. Näiden valintojen tekemiseen voi tuotekonseptoinnin ja kulttuurihistoriallisen toiminnan käsitteet tarjota välineistöä.

2 Tavoitteet

Tämän opinnäytteen tavoitteena on:

- Kehittää keveitä muotopuristeisia kalusterakenteita
- Kehittää toimintamalli tukemaan suunnittelutoiminnan tavoitteiden ja välineiden määrittelyssä.
- Suunnitteluprosessin kuvaaminen ja tulosten esittäminen tuotemalleina ja prototyyppinä sisältäen niiden valmistusmenetelmän ja -välineistön.

Suunnittelutoiminnan kehityspolku



Kuva 4. Suunnittelutoiminnan kehityspolku

3 Toimintamalli

3.1 Konseptoinnin tavoitteita

Konseptoinnista ei ole yleistä mallia eikä käsitteistöä ja sillä tarkoitetaan erilaisia asioita riippuen toimialasta. Konseptit sisältävät ideoita, jonkin asian ratkaisuehdotuksiksi, joita voidaan tuotekehittelyn keinoin jatkossa toteuttaa. Konseptoinnin tavoitteissa on mahdollista määritellä, mitä muotoiluun liittyvää asiaa sen pitäisi palvella, vaikka suunniteltavista tuotteista ei konseptoinnin alkuvaiheessa ole tietoa. Tämän opinnäytteen lähtökohtana on 3D-muotojen kehittäminen muotopuristisiin tuotteisiin. Ennen kuin tuotteiden suunnitteluun voi mennä, on syytä pohtia minkälainen toimintamalli sopii aiheeseen ja mitä sillä saavutetaan.

Keinosen & Jääskön mukaan konseptointi voidaan jakaa määrittelevään, kehittävään ja visioivaan konseptisuunnitteluun, riippuen minkälaiseen tarpeeseen niitä luodaan ja minkälaisessa toimintaympäristössä niitä hyödynnetään.¹

Tuotekehityksen yhteydessä tiukasti oleva konseptointi tähtää joko määritellyn tuotteen kokonaishahmotukseen, jonka pohjalta yksityiskohtaisempi suunnittelu alkaa tai on olemassa olevan tuotteen päivittämiseen tähtäävää rakentelua. Määrittelevä konseptointi palvelee loppu tuotteen suunnittelun alkuvaihetta.



Kuva 5. Määrittelevä konseptointi

¹ Keinonen & Jääskö 2003, 41

Kehittävästä konseptoinnista on kyse, kun sillä tavoitellaan uusien radikaalienkin tuotteiden ideointia ja kehitystä. Kehittävä konseptointi palvelee uuden oppimista, uusien mahdollisuuksien avautumista, valmistustekniikoiden ja tuoteminaisuuksien suuntaan. Toiminnan laajuus voi vaihdella yksittäisten tuote ominaisuuksien kehittelystä kokonaisten tuoteperheiden esityksiin.



Kuva 6. Kehittävä konseptointi

Visioivassa konseptoinnissa pyritään tulevaisuuteen tähtääviin hahmotuksiin ja esittämään kuvauksia tai malleja mahdollisista tuotteista, joita ei tällä hetkellä voida sellaisenaan edes toteuttaa. Tällä pyritään tunnustelemaan ja pehmittämään tulevaisuudessa mahdollisesti valmistettavien tuotteiden hyväksyttävyyden kynnyistä totuttamalla käyttäjät etukäteen niiden luonteeseen.



Kuva 7. Visioiva konseptointi

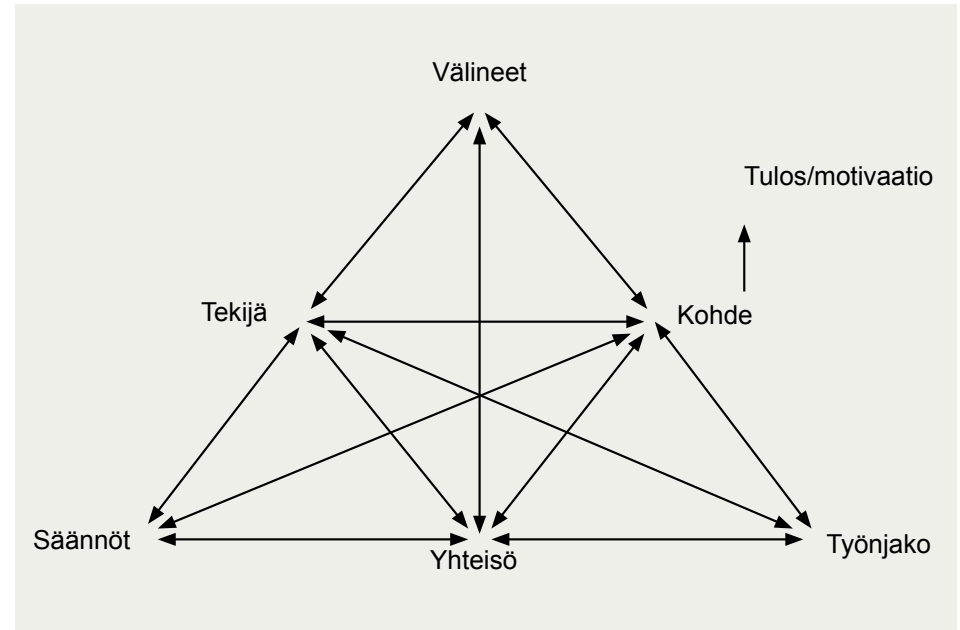
Kehittävän tuotekonseptoinnin määrittäminen sopi tämän opin-
näytteen aihepiiriin. Tavoitteenani oli suunnitella muoto-
puristetut tuotteita, jotka sisältäisivät uusia muotoratkaisuja
sekä niiden valmistustekniikoita. Kehittäminen alkoi viilu-
materiaalin käyttäytymistutkimuksena puristettaessa nii-
tä kaksoiskaareviin muotoihin ja sitä on jatkettava tuoterä-
kennekokeiluina erilaisin materiaaliyhdistelmin. Toimintaa
eteenpäin vievä voima on suunnitteluun liittyvien välinei-
den kehittäminen ja aikaisemman tiedon perustalta kumpuavan
uuden oppimisen kautta tapahtuva tutkimuskohteen jatku-
va uudelleen määrittely.

Merkittävä tekijä ideoiden kehittämiseksi on myös toimin-
taympäristö ja sen tarjoamat virikkeet. Koulutuskeskus Sal-
pauksen puusepänkoulutuksen verstaattilat, koneet ja lait-
teet sekä materiaalivarasto antaa loistavat mahdollisuudet
kehityspolun kulkemiselle. Unohtaa ei voi myöskään työto-
vereita ja heidän kanssaan käymää keskustelua.

3.2 Toiminnan yleinen malli

Välineiden kehittelyn merkitys suunnittelu-toiminnassa sai tukea myös toiminnan teorian ajatusmalleista. Engeströmin mukaan ihmisen älykkyys, uuden oppiminen ja kulttuurinen kehitys tapahtuu välineitä käyttävässä ja kehittävässä toiminnassa.² Toiminnan teorian perusperiaatteita ovat kohteellisuus, välittyneisyys, sisäistäminen ja ulkoistaminen sekä jatkuva muutos.

Perusajatuksena toiminnan teoriassa on ihmisen motivoitunut toiminta, jota tarkastellaan tekijän, kohteen, välineiden ja historiallisesti kehittyneiden käytäntöjen kautta jatkuvan muutoksen ja kehityksen prosesseina. Kulttuurihistorialliseksi teorian tekee se, että toiminta perustuu aina jollain tavoin aikaisempaan toimintaan ja osaamiseen, jonka kehittyminen mahdollistuu yhteisöllisesti muodostettujen kulttuurituotteiden avulla.



Kuva 8. Engeström 2004. Toiminnan yleinen malli

Yhteisöjen ja organisaatioiden toimintaa kuvaa Engeströmin kehittämä yleinen toimintajärjestelmän malli, jossa välittyneisyys ja toiminnan osatekijöiden välisten suhteiden muodostama kokonaisuus selviää oheisen kuvan avulla.

² Engeström 1995, 43

3.3 Toimintajärjestelmän osien suhteet

Toimintajärjestelmän kaikki osat sisältävät merkityksiä, jotka ohjaavat yksilön tai ryhmän toimintaa erilaisissa toimintatilanteissa. Toiminnassa on aina jokin kohde ja sitä koskeva käsitys. Välittyminen kanavoituu välineiden, sääntöjen ja työnjaon kautta. Toimijan ja kohteen välinen suhde on välittynyt välineiden kautta, toimijan ja yhteisön välinen suhde sääntöjen kautta, kohteen ja yhteisön välinen suhde on välittynyt työnjaon kautta.

Toiminnan kohdetta, esimerkiksi suunniteltavaa tuoteideaa työstetään välineiden avulla. Kehitettävän tuotteen luonne vaikuttaa suunnittelussa käytettävien välineiden olemukseen. Välineet ovat esineitä ja asioita joita suunnittelija käyttää kohdistessaan toimintaansa tuotetta määriteltäessä.

Välittyminen tekijän ja kohteen välillä tapahtuu kahta linjaa pitkin, sisäistämisen ja ulkoistamisen tapahtumana. Käsitteelliset välineet välittävät merkityksiä työstettävästä kohteesta ja toiminnalliset, esineelliset välineet välittävät kohteen työstämistä.

Vygotskyn mukaan ihmisen henkiset toiminnat saavutetaan esineitä käyttävässä ja muokkaavassa toiminnassa, kun toiminta yhdistetään käsitteellisten välineiden kanssa.³ Samaten käsitteellisten merkitysten liittäminen vastaavasti toimintaan luo mahdollisuuden ihmisen sisäisen ja ulkoisen maailman hallintaan ja kulttuuriseen kehitykseen. Sisäistämisen ja ulkoistamisen tapahtuma liittyy näiden kahden, käsitteellisen ja toiminnallisen tiedon välineen vaihtoon. Sisäistäminen on ulkoisen toiminnan muuntamista sisäiseksi ja päinvastoin.

³ Vygotsky 1982, 123

Tekijän ja yhteisön välistä suhdetta välittävät säännöt tai toimintakulttuurissa vallitsevat tavat ja tottumukset. Yhteiskunnan asettamat määräykset ja lait tai kansainväliset sopimukset asettavat toiminnalle pelisääntöjä, kuinka toiminnan kohdetta käsitellään. Kulttuurissa vallitsevat tottumukset ja viranomaissäännöt määrittelevät kohteeseen vaikuttavien tuoteominaisuuksien laatua ja määrää.

Työnjako toimii välittäjänä yhteisön ja toiminnan kohteen välillä. Toiminnan kohdetta työstetään usein eri osaamisalojen osajien kanssa, joilla on saman toiminnan kohteen työstämiseen erilaiset välineet ja erilainen rooli toimintakokonaisuudessa.

Välineiden merkitys korostuu erityisesti toiminnassa, jossa tuotetaan jotain todella uutta. Hakkaraisen mukaan ihminen ei vain käytä välineitä, vaan ne ovat olennainen osa mielen voimavaroja. Jokainen uusi väline tuottaa uusia suhteita ja vaikuttaa muihin toiminnan osatekijöihin.⁴ Mitä radikaalimpi toiminnan kohde eli uusi tuote on sitä enemmän se muuttaa koko toimintasysteemin rakennetta ja niiden osien välistä suhdetta.

Uusi tuote vaatii koko toimintajärjestelmän analysointia, uudenlaisia toiminnan välineitä ja uusia keinoja, kuinka tuotetta käsitellään. Tuotteen valmistustekniikan kehittäminen ja uusien materiaalien käyttö mahdollistaa suunniteltavan tuotteen uudelleen määrittelyn ja uusia käsitteitä siitä.

Mutasen & Virkkusen mukaan organisaatioissa, joissa työkäytännöt yhdistävät muotoilijan osaamisen muiden eri alojen toimijoiden osaamiseen, muotoilukohteen onnistumista edesauttaa, jos uuden tuotteen suunnittelun ohella muokataan myös organisaation suunnittelun toimintatapoja ja siinä käytettäviä suunnittelukohdetta kuvaavia välineitä.⁵ Suunnittelukyky on koko toimintajärjestelmän ominaisuus yhtä lailla kuin suunnitteluun vaikuttavien yksittäisten osatekijöiden ominaisuus.

⁴ Hakkarainen 1999, 119

⁵ Mutanen, Virkkunen, Keinonen 2006, 105

3.4 Yleisen toimintamallin soveltaminen suunnittelijan malliksi

Kulttuurihistoriallisen toiminnan teoriasta kehitettyä toiminnan yleistä mallia on käytetty erityisesti organisaatioissa tapahtuvan työtoiminnan tutkimiseen historiallisen kehitysvaiheiden kautta. Toimintajärjestelmällä tarkoitetaan tällöin vakiintunutta, paikallisesti organisoitunutta toimintakäytäntöä. Toimintajärjestelmän mallin avulla on mahdollista analysoida toiminnan sisäisiä vaikutusrakenteita ja niihin järjestelmän ulkopuolelta vaikuttavia muutoksia ja tutkia mihin toiminnan osatekijöihin muutokset liittyvät.

Toiminnan yleinen malli ei ole tutkimusmenetelmä, vaan enemmänkin kehys, joka ottaa käytännössä huomioon tutkittavan kohteen asiayhteydet. Toiminnan teoria sopii hyvin tuotteen suunnitteluun sisältävän ideointikäytänteiden tarkasteluun, koska siinä voidaan samaan kehykseen asettaa käytännön yhteyksiin tarkastelun kohde, kohteeseen liittyvät motiivit, osallistuva henkilö tai henkilöt, toimintavälineet ja suunnittelijaan vaikuttavat ammattikulttuuriset tavat ja tottumukset.

Tuotteen suunnitteluvaiheessa, jossa on tavoitteena luoda

uusia tuotteita, toiminnan teorian organisaatiota mallintavaa työnjaon, sääntöjen ja yhteisön välistä suhdekarttaa on sen moniulotteisuuden takia turha kuljettaa mukana. Toiminnan teorian yleinen malli sopii paremmin tuotekehitysvaiheeseen, jossa tarkastellaan jo tuotettavuutta ja tuotantoprosessia lähemmin.

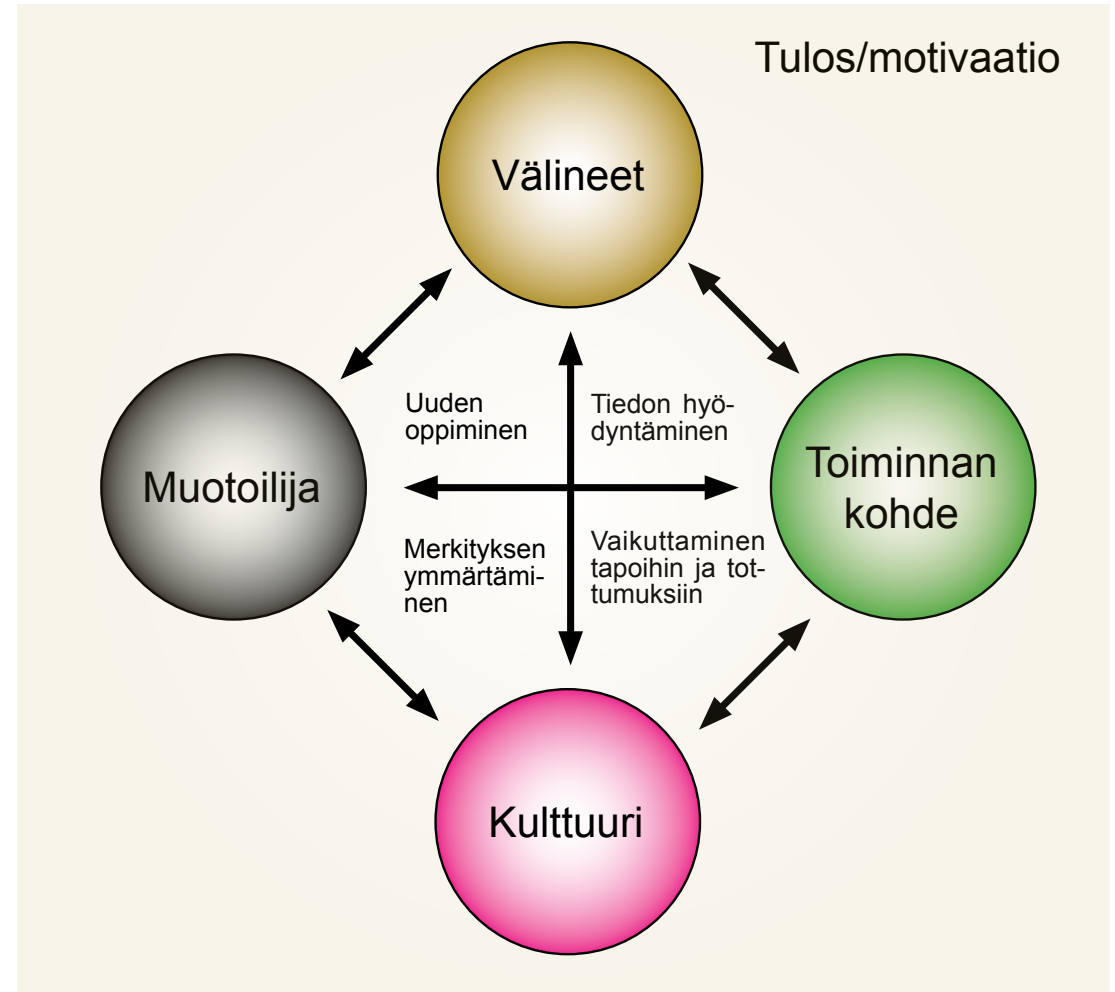
Toiminnan teorian yleisessä mallissa osatekijänä ei esiinny kulttuuria omana kategoriana, vaan sen merkitys on eri osien välisissä suhteissa. Kulttuurilla on vaikuttajan rooli ja se kuvaa toiminnan rakenteen tilaa vallitsevassa olosuhteessa. Sitä peilataan aikaisempaan sekä mahdolliseen tulevaan tilaan ja toimintakulttuuriin liittyviä muutospaineita.

suunnittelussa luotuja uusi tuoteideoita on ajateltava aina suhteessa aikaisempien käsitysten kanssa. Olemassa olevat käsitykset ja niihin suunnittelijan asettamat merkitykset vaativat oman kategoriansa.

3.5 Muotoilijan toimintamalli

Yleisen kulttuurihistoriallisen toimintamallin perustalta oli kehitettävä sovellus, muotoilijan toimintamalli. Toimintamallin avulla oli mahdollista hahmottaa toiminnan kannalta tärkeimpiä työtä ohjaavia tekijöitä ja asettaa ne oikeisiin yhteyksiin.

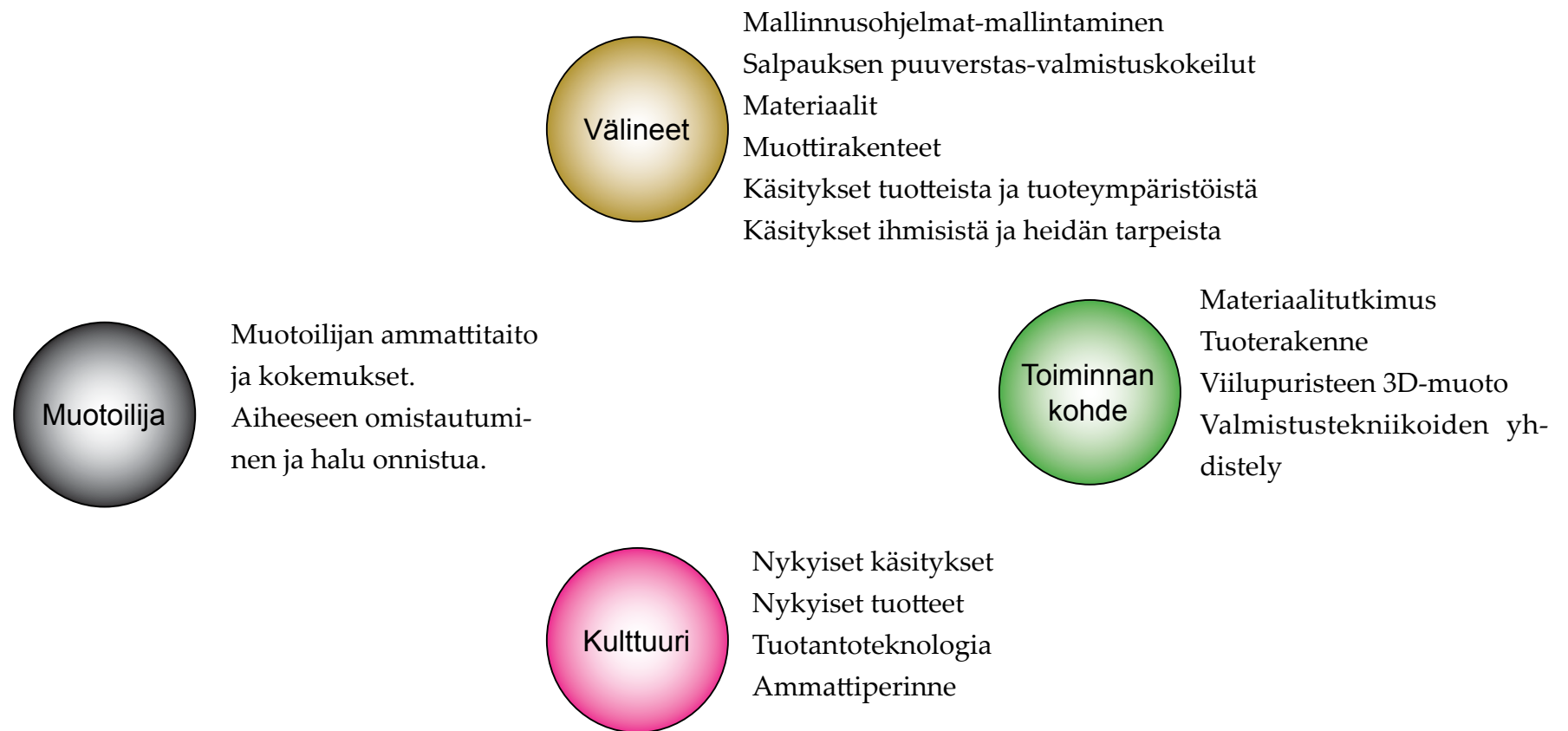
Uusien tuotteiden suunnittelu vaati myös uuden oppimista ja uusien asiayhteyksien luomista. Toimintamalli ei ole tutkimusmenetelmä uuden tiedon saavuttamiseksi, mutta sen avulla osatekijät saivat sisällöllisiä merkityksiä.



Kuva 9. Muotoilijan toimintamalli

3.5.1 Toimintamallin osatekijät

Keskeisin merkitys toimintamallin käytössä oli tapauskohtaisen näkökulman valinnalla. Näkökulman valinta oli kiinteästi yhteydessä toiminnan motiiviin. Tämän opinnäytteen motiivina on kehittää keveitä muotopuristeisia kalusterakenteita. Motiivi määritteli sen, mitä mallin osatekijät pitivät sisällään.



3.5.2 Toimintamallin sisäiset suhteet

Uuden oppiminen

Materiaali- ja muottitutkimukset tukivat luovaa työskentelyä ja tarjosivat

kontekstin tiedon luomiselle sisäistämisen ja ulkoistamisen tapahtumassa. Uuden tiedon luominen ei ole pelkästään tosiasioiden kasaamista, vaan inhimillinen prosessi, jota on vaikea eritellä. Se sisältää kokemuseräisen tiedon yhdistämistä tutkimuksessa tehtyihin havaintoihin sekä päätelmien kautta uusia käsitteitä. Edeltävä muottikokeilu johti uusien mallikappaleiden, materiaalien ja rakenteiden yhdistelemiseen ja uusien sisältöjen rakenteluun. Uuden tiedon syntyminen oli prosessimainen tapahtuma, jonka vaiheita olivat tekemällä oppiminen, uusien käsitteiden luonti sekä uusi toteutus.

Tiedon hyödyntäminen

Uusien käsitteiden luonti ja niiden yhdistäminen uusiksi rakenteiksi konkretisoitui

tuoteideoiksi ja malleiksi. Se vaati sisäisen tiedon ulkoistamista. Ideoista rakentui uusia aineellisia kokonaisuuksia ja niitä vastaavia uusia käsitteellisiä sisältöjä. Toteutettavuuden uskottavuutta ja järkevyyttä oli arvioitavissa mallikappaleita testaamalla.

Vaikuttami- nen tapoihin ja tottumuk- siin

Ideoinnista luotujen mallien sisältö asettuu aina tarkasteluun suunnittelijan olemassa käsitysten kanssa. Tuoteideoista voi päätellä minkälaisia uusia sisältöjä ne voisivat tuoda nykyisiin tapoihin ja tottumuksiin ja vastaavatko niiden sisällöt mahdollisten suunnittelijan motiivien täyttymistä. Onnistunut tuoteidea luo uusia sisältöjä ja uutta toimintakulttuuria ja sitä myötä uusia merkityksiä.

Merkityksen ymmärtämi- nen

Tuotteen suunnittelijan maailmankuva ja suhde olemassa oleviin tuotteisiin ja tuoteympäristöjen vaatiman muutoksen sisäistäminen toiminnan tuloksia arvioitaessa. Suunnittelijan on kyettävä tunnistamaan, mitä uutta idea tuo nykykäytäntöihin ja mitä uusia merkityksiä se tarjoaa ja mitä yhteiskunnallisia ja sosiaalisia vaikutuksia sillä mahdollisesti voi olla.

3.6 Toiminnan muodot

Toimintamallin osatekijöiden luonteeseen vaikuttaa se, minkälaisia tavoitteita niille asetetaan ja minkälaisia motiivia ne kannattelevat. Tämän työn näkökulman valinta on uusien tuoterakenteiden kehittäminen muotopuristeita käyttäen. Uusien rakenteiden kehittäminen kohdistuu ohuiden 3d- muotopuristeiden yhdistelemisenä muottirakenteissa keveiden täytemateriaalien kanssa kevytkomposiiteiksi.

Uuden kehittäminen vaatii alustavan idean merkitysten ymmärtämisellä suhteessa muihin olemassa oleviin ideoihin, se vaatii omien tottumusten ja käsitysten muutosta, uuden oppimista ja tiedon hyödyntämisen välineiden käytön avulla. Ideoinnin toimintaketju on monimutkainen ja monisisältöinen tapahtuma, missä tiedostamaton kokemuksen kautta muodostuneet toimenpiteet tapahtuvat ikään kuin automaattisesti.

Toimintaketjun monimutkaisuutta käytännön kannalta voi rakentaa yksinkertaisemmaksi käsitepakettien ja toiminnan osatekijöiden välittymisen avulla.

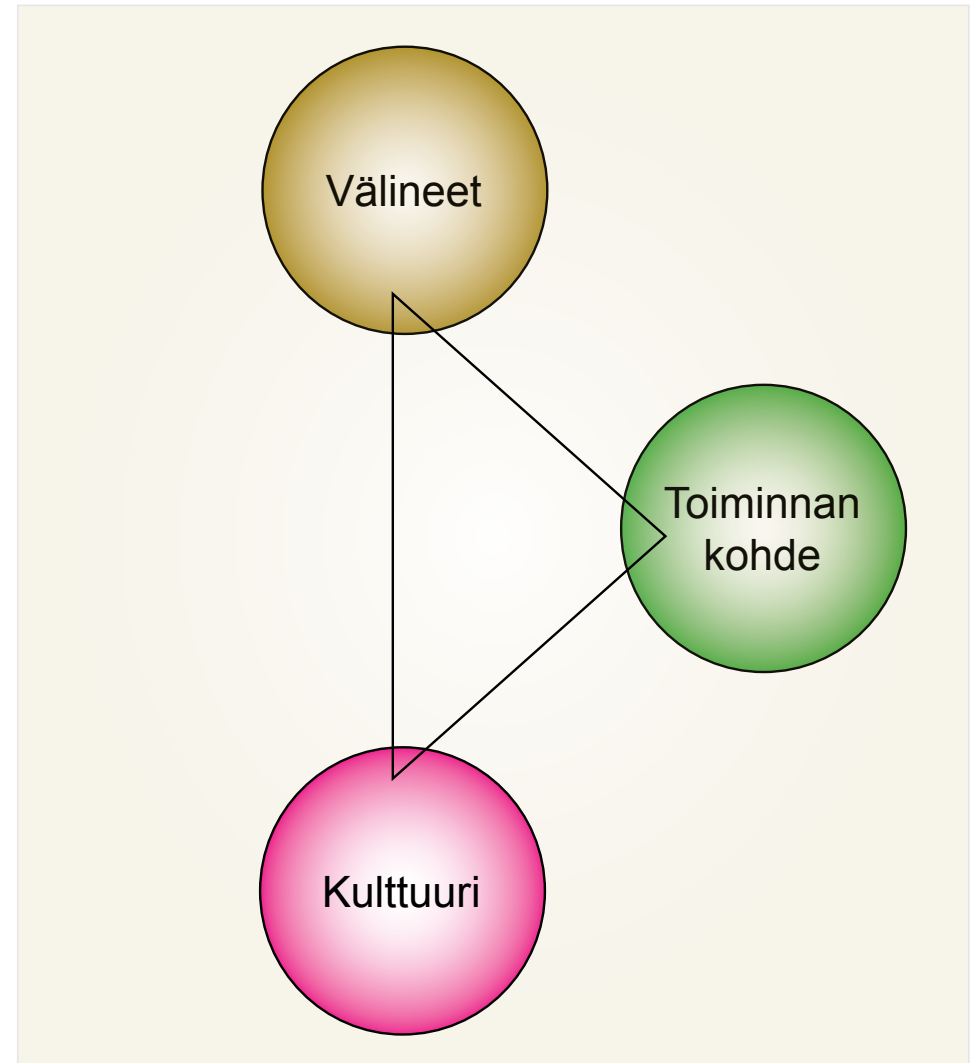
- Tulkitseva toiminta, jossa toiminnan välineiden ja nykyisten käsitysten suhdetta välittää tuoterakenne.
- Luova toiminta, jossa toiminnan välineiden ja käsitysten suhdetta välittää muotoilijan luova toiminta.
- Toteuttava toiminta, jossa muotoilijan ja tuoterakenteen suhdetta välittää toiminnan välineet.
- Sisäistävä toiminta, jossa muotoilijan ja tuoterakenteen suhdetta välittää muuttuneet käsitykset.

Käsitepakettien kuvauksilla ei ollut tarkoitus erottaa toimintamallin osia toisistaan tai kaventaa niiden vaikutusten huomioimista, vaan pikemminkin jäsentää kulloisenkin toimintavaiheen sisällöllisiä eroavaisuuksia ja selkeyttää monisisältöistä toimintamallia.

Valinta tapahtui siten, että yksi tekijä jäi vähemmälle huomiolle. Tällä valinnalla näkökulma painottui aina toimintamallin jollekin sivulle ja mahdollisti korostamisen kunkin mallin tiettyjen osatekijöiden syntaktista roolia käsitepakettien sisällä ja niissä esiintyvien osatekijöiden suhteita.

3.6.1 Tulkitseva toiminta

Uuden tuoteajatuksen merkitys on aina suhteessa sen hetkiseen tilanteeseen ja tulevaisuuteen. Ideoista on ajateltava mitä muutosta se tuo nykyiseen tilanteeseen ja on syytä tuntea mitä muut tekevät ja minkälaisia tuotesovelluksia on olemassa joko valmiina tuotteina tai tuotekokeiluina ja mikä on kehityksen mahdollinen suunta. Suunnittelija ei toimi kentässään yksin, vaan on sidoksissa koulutukseen, ammatin traditioon ja siinä vakiintuneisiin toimintakäytäntöihin. Traditiolla on aina merkitystä, koska uusia ideoita verrataan jo olemassa oleviin.

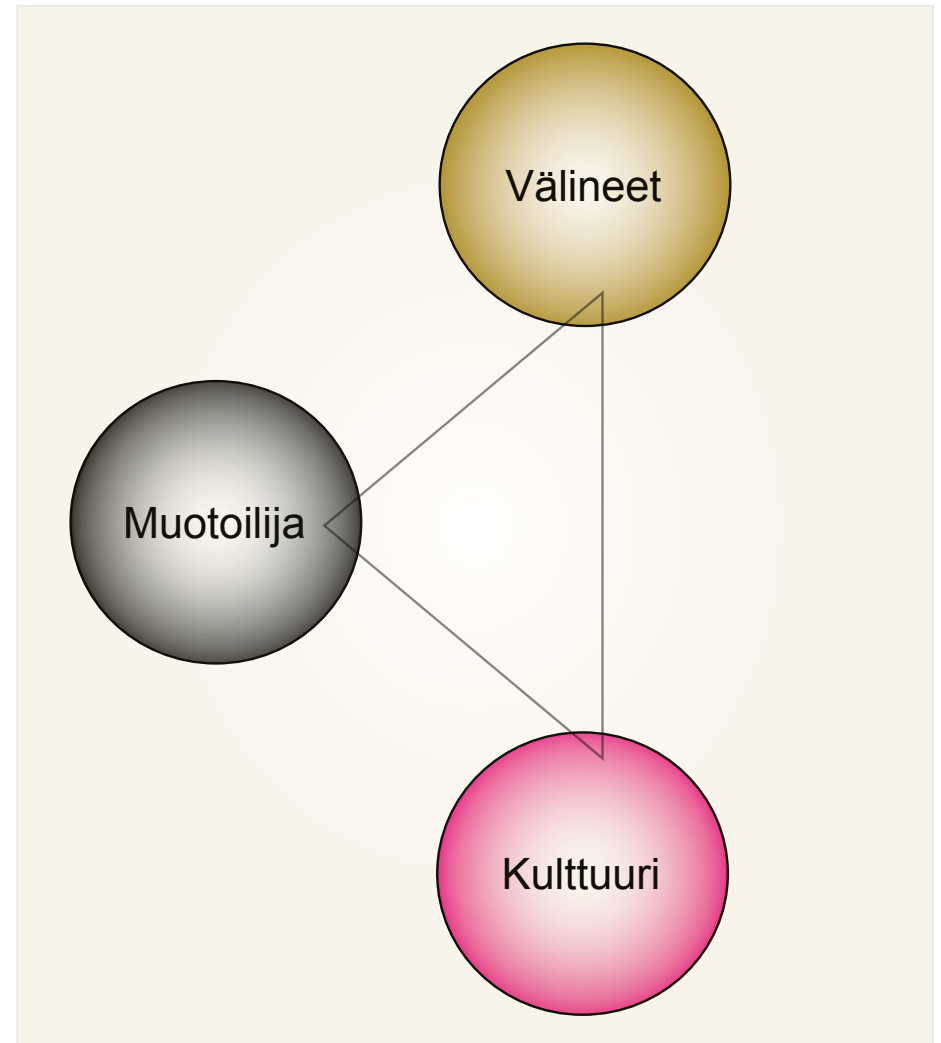


Kuva 10. Toiminnan muoto

3.6.2 Luova toiminta

Luovuuden kehittämisellä voi ylläpitää suunnittelijan omaa osaamista ja uusien tuotteiden ideointikykyä. Uuden luominen vaatii usein toimintatapojen muutosta. Luovalla suunnittelulla voi pitää yllä suunnittelutaitoa harjaantumisen avulla erilaisissa tavanomaisuudesta poikkeavilla toiminnoilla. Tällä ei pyritä virheettömiin tuotteisiin, vaan pitämään yllä rohkeiden kokeilujen kautta luovan tuottamisen taitoa ja uuden oppimisen kykyä.

Kiinnostus ja osallistuminen oman totutun toimintatavasta poikkeavista kohteista ja yhteistoiminta eri osaamisalueiden ammattilaisten kanssa voi johtaa erilaisten vaihtoehtojen tunnistamiseen omaan osaamisalueeseen liittyvien ongelmien ratkaisemisessa.



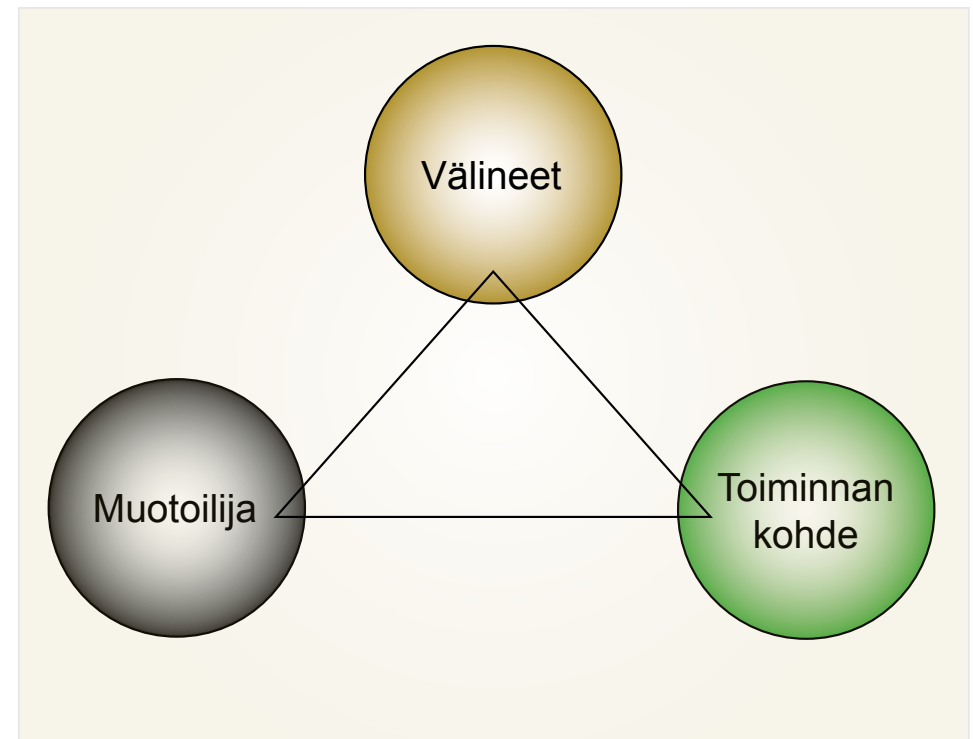
Kuva 11. Toiminnan muoto

3.6.3 Toteuttava toiminta

Uusilla ratkaisuilla pyritään luomaan edellytyksiä innovaatioille ja uusille tuoteolemuksille. Olemassa oleville nykyisille tuotteille voi epämääräisienkin kokeilujen kautta löytää vaihtoehtoja.

Olennaista toiminnan kohteen kannalta on ideoinnin apuna käytettävien välineiden valinnalla ja niiden käytön suuntaamisella kohteen olemuksen mukaisesti. Uuden tiedon luonti ja oppiminen tapahtuu välineitä käyttävässä luovassa toiminnassa, joka voi johtaa suunnittelijan toimintakulttuurin muutoksiin uusien tapojen ja tottumusten muodostumiseen.

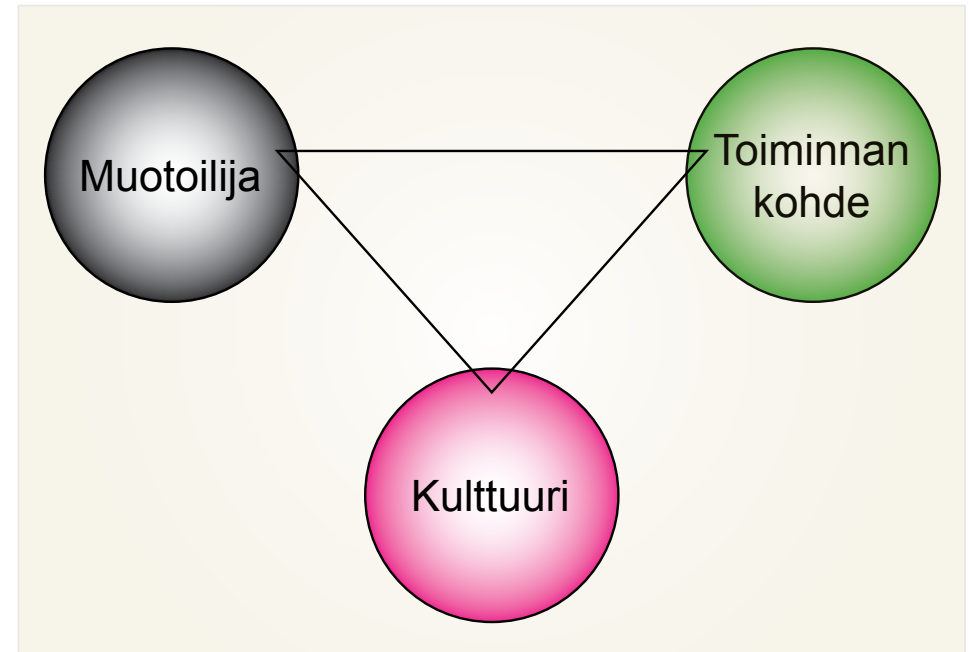
Pyrkimyksenä on irrotella tuotekehittelystä vapautta uutta luovaa toimintaa, jossa ei tavoitella suoraan valmiiden tuotteiden valikoimaa. Välittömiin tuotesovelluksiin ei tällä toiminnalla yritetäkään päästä, vaan mahdolliset edut uusien tuoteideoiden löytymiseksi saattavat tulla esiin toiminnan sivutuotteena.



Kuva 12. Toiminnan muoto

3.6.4 Sisäistävä toiminta

Uusien ratkaisujen tavoittelussa luotujen tuoteideoiden ja mallien ei tarvitse olla suoraan hyödynnettävissä tai mahdollista järkevästi sovellettavissa johonkin tuotteeseen. Välineitä käyttävässä toiminnassa tapahtuvien ilmiöiden havainnoinnilla ja kokeilumallien arvioinnilla suunnittelija voi toimintatavan muutoksella kartoittaa uusia ideoinnin kohteita ja uusia toiminnan välineitä välineitä.



Kuva 13. Toiminnan muoto

4 Välineiden kehittäminen

Muotopuristet tuotteen muotoilu on erityisen riippuvainen valmistukseen käytettävästä teknologiasta ja se uudistuu teknologian kehityksen mukana. Uuden tekniikan kehittäminen vaatii onnistuakseen uusien toiminnan välineiden kehittelyä. Uudistuminen ei tarvitse välttämättä merkitä sitä, että olisi kehitettävä täysin uusia koneita ja laitteita. Uudistumisen edellytyksiä voi luoda kehittämällä uusia toimintatapoja olemassa olevaan tekniikkaan ja yhdistelemällä niitä.

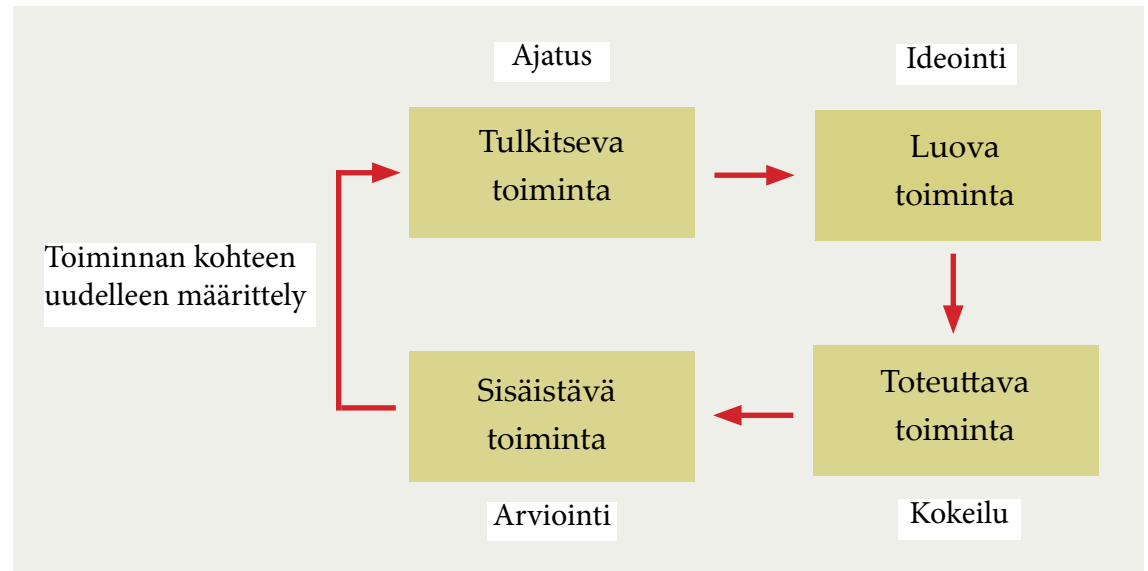
Välineiden kehittäminen onnistuu parhaiten tutkivassa ja kokeilevassa toiminnassa, jossa kannattaa epämääräisienkin johtolankojen ja havainnoista saatujen vihjeiden saattamana kokeilla rohkeasti jotain uutta. Uuden kokeilu ei kuitenkaan tarkoita mitään tahansa touhuamista, vaan suuntautunutta kokeilutoimintaa aikaisempien toimintojen perustalta. Suunnittelukohteen sisällön tuntemus on siten ensiarvoisen tärkeää.

Tämän opinnäytteen toiminnan muoto on uusien ratkaisujen tavoittelu, missä suunnittelijan luovuuden kehittämistä ei voi sivuuttaa. Uusi tuoteidea vaatii aina uusien käsitteiden luomista ja niiden suhdetta aikaisempiin käsitteisiin. Suurimmat muutokset tapahtuvatkin suunnittelijassa itsessään ennen kuin ne konkretisoituvat aineellisesti malleina ja prototyyppeinä.

Tutkimustoiminta alkoi mieltä vaivaavasta yleisestä käsityksestä, että viilun muokkaaminen kaksoiskaareville pintamuodoille on vaikeaa. Tutkimustoiminta alkoi materiaalikokeiluista ja jatkui sekä puristusmuottien kehittelyn että muotokokeilujen kautta uuteen komposiittituoterakenteseen erilaisia materiaaliyhdistelmiä käyttäen.

Rakennekehittelyn toiminta tapahtui sarjana hallittuja toimintoja, joissa ajatus uudesta mahdollisuudesta siirtyi ideointitoimenpiteiden ja kehittämisen kautta toteutukseen ja arviointiin. Toteutus oli teko, joka johti toiminnan vaiheet uudeksi malliksi ja prototyypiksi. Jokaisen toteutus ja arviointivaiheen jälkeen tapahtui toiminnan kohteen uudelleen määrittely uuden mahdollisuuden testaamiseksi.

Toiminnan kohteen uudelleen määrittely kohdistui muotopuristeen yhdistäminen täyteaineeseen ja niiden ominaisuuksiin. Täyteaineen ominaisuuksien muuttelulla oli mahdollista vaikuttaa koko rakenteen olemukseen.

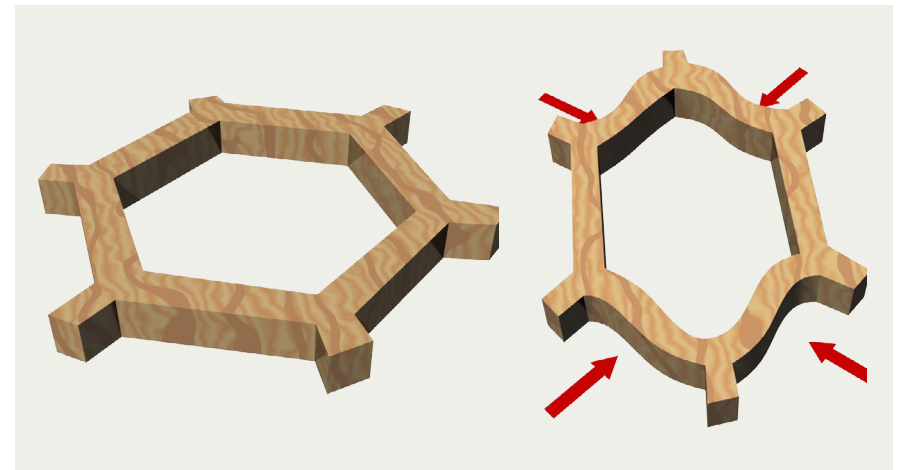


Kuva 14 Tutkimusmetodi

4.1 Puuaineksen rakenne

Puun solukon rakenne on kennomainen koostuen vierekkäisistä ja lomittuvista soluyksiköistä. Soluseinä on orgaaninen kuitulujitettu komposiitti ja monikerroksinen laminaatti, missä kuidut ovat suuntautuneet puun pituuskasvun suuntaisesti. Ilman tätä ominaisuutta puu ei pysyisi pystyssä vaihtelevissa luonnonolosuhteissa. Poikittaissuunnassa kuitulujitusta on hyvin vähän.

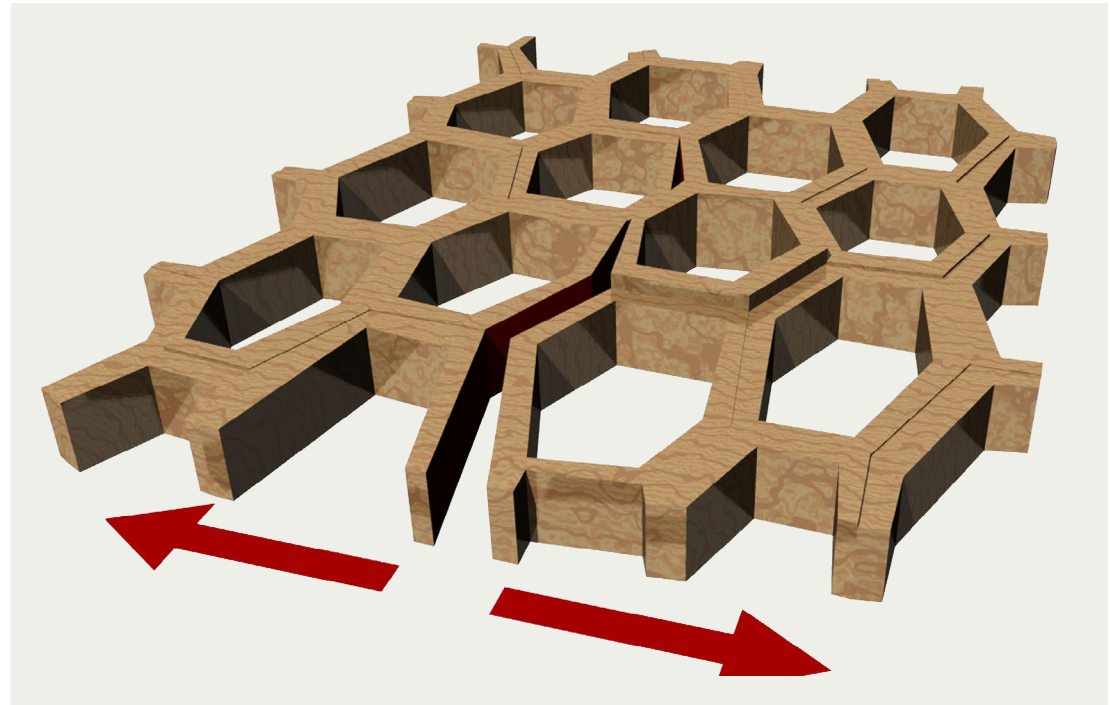
Kettusen mukaan kenno-rakenteen ominainen piirre on sen käyttäytyminen eri tavalla vedossa ja puristuksessa. Poikittaissa puristumassa tapahtuu viskoelastinen nurjahdus solun rakenteessa sen painuessa kaasaan.⁶ Tämä tarkoittaa myös sitä, että muodonmuutos voi olla palautuvaa. Puristusta jatkettaessa tapahtuu plastinen nurjahdus, kunnes soluseinämät törmäävät toisensa, jonka jälkeen, jos puristusta jatketaan, alkaa puussa tapahtua lujittumista. Tätä muokkauslujituksen ilmiötä hyödynnetään, kun puun kovuutta halutaan parantaa.



Kuva 15. Puun solun rakenne

⁶ Kettunen 2004, 159

Poikittaisessa vedossa puun kuitulujuus jää lähes merkityksettömäksi. Puu murtuu soluseinämien välistä rajapintaa pitkin, jossa solun lujuus on riippuvainen täysin soluseinämien välilevyistä. Puun solurakenne ei kestä venymää solun poikittaisessa suunnassa kovinkaan paljon, mutta puristumassa solurakenne pysyy ehjänä. Tästä päätellen satulamaisia muotoja on syytä välttää, koska siinä tapahtuu sekä venymää että puristumaa.

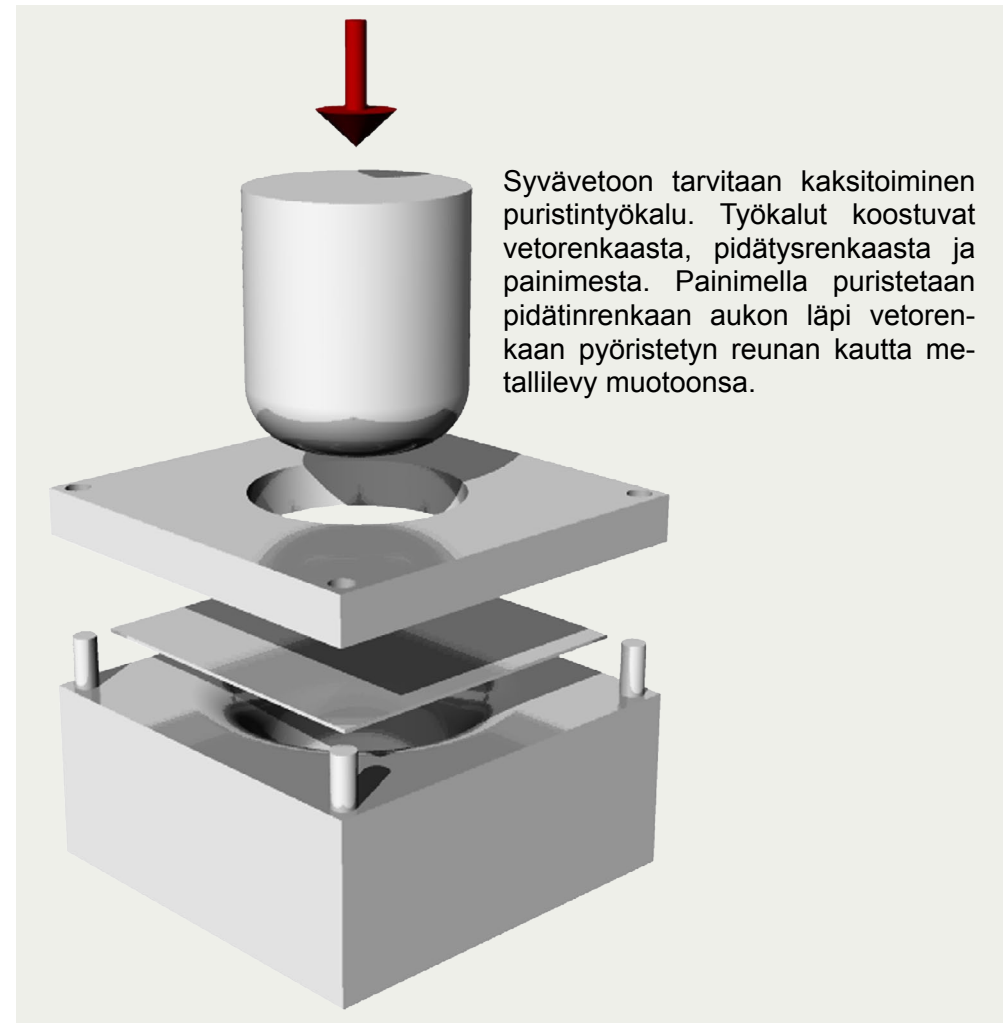


Kuva 16. Poikittainen murtuma

4.2 Metallilevyn syvävetomuotti

Metallisten kuppimaisten tuotteiden muokaustekniikassa käytetään syvävedon ja syvävenytyksen menetelmää. Metallilevy painetaan muotopainimella välilevyssä olevan aukon läpi alapuoliseen muottikappaleeseen. Välilevyllä puristetaan muokattava metallilevy kiinni muotin alakappaleen pintoja vasten. Syvävedon ja syvävenytyksen ero on siinä, puristetaanko muokattava metallilevy täysin kiinni alakappaletta vasten vai pääseekö metallilevy liukumaan puristuksen aikana kohti painintyökalua.

Syvävedossa metallilevy liukuu vetorenkkaan läpi pienellä välyksellä ja lopullisen tuotteen seinämän paksuus pysyy samana tai hieman kasvaa. Syvävedossa metallilevy puristuu kaasaan liukumisen ansiosta. Syvävenytyksessä metallilevy on kiinni muottipintojen välissä ja ohenee reunaa kohti mennessä.

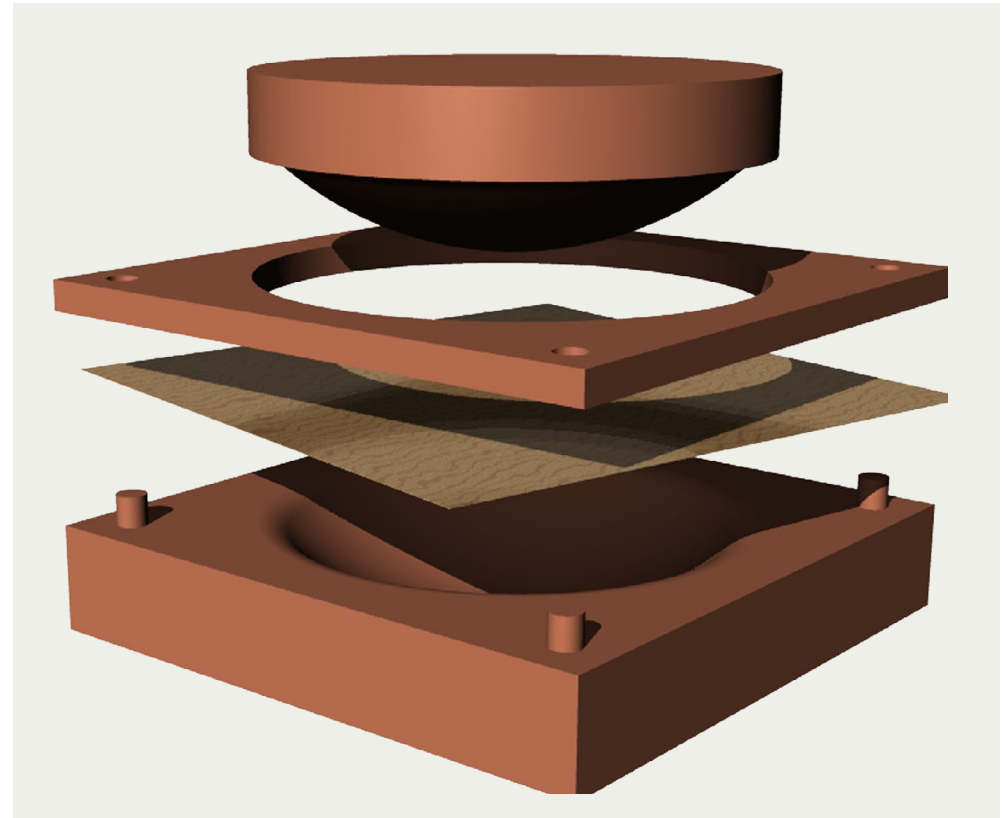


Kuva 17. Syvävetotyökalun periaate

4.3 Syvävetotyyppinen muoto- puriste

Päätin tutkia viilun käyttäytymistä syvävetotyökalun tyyppisellä muotilla. Tavoitteenani oli selvittää käyttäytyisikö viilu samalla lailla vastaavanlaisessa puristustapahtumassa kuin metallilevy syvävedossa. Koetta varten mallinsin cad-ohjelmalla kuppimaisen 40 mm syvän pyöreän muodon, jonka halkaisija on 300 mm.

Metallipuristusmuotista poiketen viilupuristusmuottia varten mallinsin myös vetorengaaseen kuppia vastaavan muodon, jota vasten viilu puristuu liimauksen onnistumiseksi. Pitorengas oli metallimuottia vastaava. Ainepaksuudeksi määrittelin 3×0.6 mm paksuisen koivuviilun. Muotin osat valmistin nc- koneella mdf-levystä. Kyseinen levymateriaali kestää kokemuksen mukaan hyvin pienen määrän puristuksia.



Kuva 18. Puristussuunnitelma ja mallinnetut puristustyökalut

Vaikeinta puristuksessa oli kitkan muodostumisen ehkäiseminen pidätinrenkaan ja muotin alaosan välissä. Jos viilunippu puristuu liian voimakkaasti pintojen väliin, se ei pääse liukumaan tasaisesti muottiin ja viilut todennäköisesti repeilevät. Liian pieni puristus taas aiheuttaa viilukeroksien ryppyntymistä ja ne ajautuvat päällekkäin. Tämän estämiseksi asetin viilunipun kahden muovikalvon väliin ilmatiiviiksi, josta ilma poistui letkua pitkin nc-koneen tyhjiöpumpun avulla.



Kuva 20. Tyhjiöimu viiluille



Kuva 19. Mdf-levyiset muotti osat

Puristuskoea varten käytössäni ei ollut kak-siosaista puristinta, vaan puristaminen täytyi tehdä tavallisilla pikaruuvipuristimilla. Pidä-tinrenkaalle ei tässä tapauksessa voitu määrit-tää puristusvoimaa muuten kuin käsituntumal-la. Viilujen tulisi liukua pidätinrenkaan välistä muottiin. Tyhjiöimua ei enää puristimien kiris-tyksen jälkeen tarvittu. Varmuudella ei voinut todeta, oliko tyhjiöstä varsinaista hyötyä, vai olivatko puristuspaineet ruuvipuristimilla ko-keen kannalta ratkaiseva tekijä.

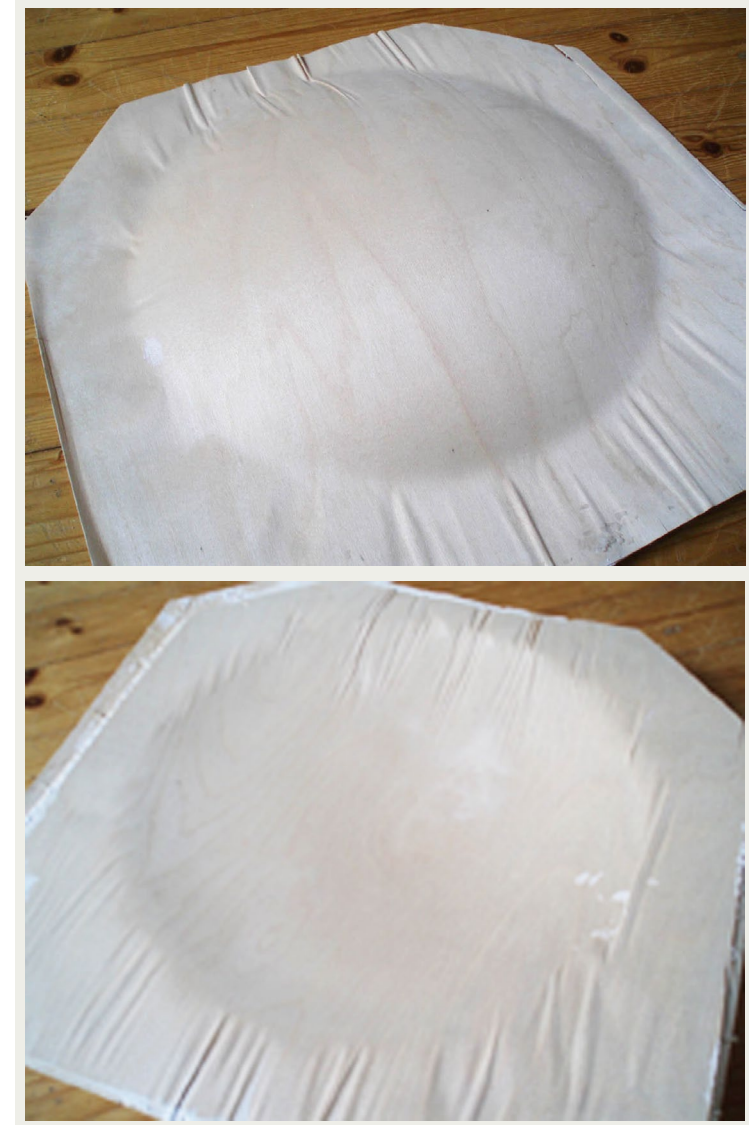


Kuva 21. Puristustapahtuma

Puristuskokeita oli tehtävä neljä kertaa, ennen kuin koe onnistui eikä repeilyä esiintynyt puristeen kummallakaan puolella. Epäonnistumisten päättelin johtuvan välirenkaan liian suuresta puristuspaineesta, joka esti viilukerroksien liukumisen muotin sisään. Viimeisellä kerralla ryppytyntymistä tapahtui jonkin verran, mutta puristus onnistui kuitenkin ilman viilujen repeilyä ja lopputulos oli riittävän hyvä puristustapahtuman selvittämiseksi. Ryppytyntyminen johtui liian heikosta puristuksesta välirenkaalla.

Käsituntumalla on vaikea saada tasaista puristusvoimaa jokaisen puristimen kohdalta. Alla olevassa kuvassa näkyy viimeisen puristuskerran tulos kuperalta ja koveralta puolelta katsottuna. Pällekkäisyyttä ei juurikaan ole ja muoto on ehjää syvimmältäkin kohdalta. Kohtuullisen syväkin viilutuotteen muoto näytti olevan mahdollista, kun puristusmuotin rakenne ja haluttu tuotemuoto on yhteensopiva.

Muotopuristeita varten on kehitetty erilaisia teknisiä materiaali tuotteita, kuten termomuovattava ja 3D-viilu, joiden venymää on haluttu parantaa. Näyttää kuitenkin siltä, onnistuminen 3D-muodoilla onkin kiinni muotista. Muotin rakenne määrää venyykö viilu vai meneekö se kasaan.

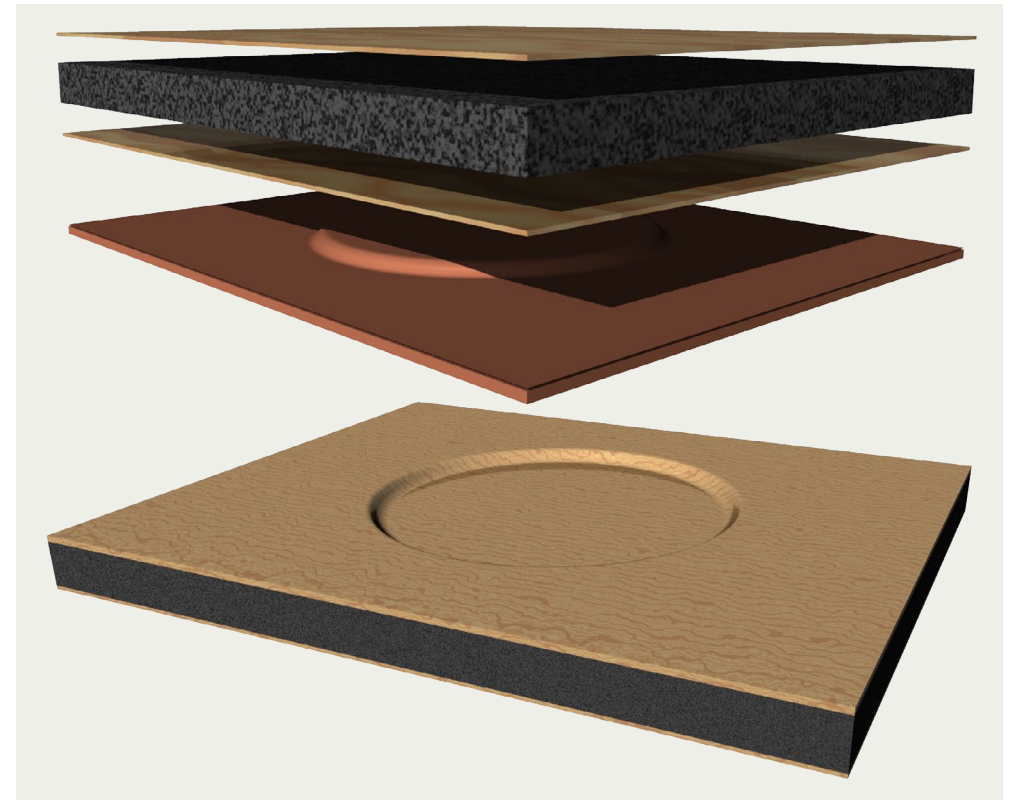


Kuva 22. Onnistuneet puristustestit

4.4 Joustava muotti sandwich-rakenteessa

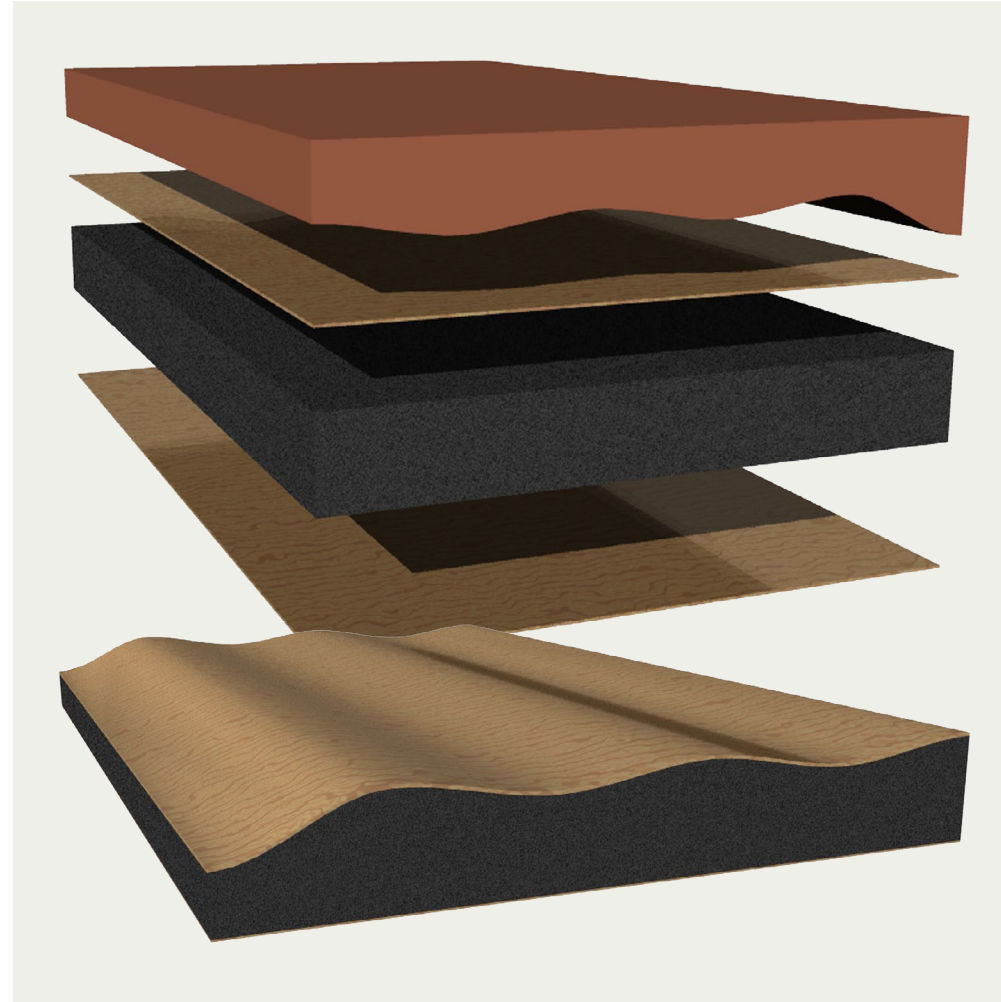
Joustavan muotin idean ajatuksena oli, että viilu tukeutuisi koko puristuksen ajan muottipintoihin ja tämä estäisi sekä viilun taittumisen kak-sinkerroin että repeilyn. Sitä mukaa kuin muoto painuisi joustavaan ainekseen, viilu muokkautuisi siinä mukana. Ongelmaksi muodostui kuitenkin joustavan aineksen puristusvoiman riittämättömyys. Muotojen pohjalle puristuspaine oli riittävän suurta, mutta jyrkemmälle sivupinnalle puristusvoima oli heikkoa. Ongelma korostui puun syiden suuntaisessa taivutuksessa, jossa puuaineksen jäykkyys oli myös taivutettaessa suurinta.

Joustavassa muotissa viilukerrokset puristuvat muottipintojen välissä vaahdotetun uretaani- tai styreenilevyjen molemmilta puolilta haluttuun paksuuteen. Viilukerrokset painuvat muodon mukaiseksi välikerroksen sisään. Jyrkissä ja syvissä muotovaihteluissa viilukerrokset kannatti vaneroida valmiiksi oikeaan muotoonsa. Loivissa muodoissa tätä ei tarvitse välttämättä tehdä.



Kuva 23. Sandwich-rakenne

Joustava muottirakenne mahdollisti sellaisia muotoja, jotka eivät ole tasapaksuja. Väliaine painuu kasaan ja puristaa viilupinnat muottipinnan mukaiseksi yhdellä työvaiheella. Loivissa muodoissa erillistä puristusta viiluille ei tarvita. Viilukerroksen voi liimata samalla kertaa muottipintojen välissä väliaineeseen, kun muotovaihtelut eivät ole kovin jyrkkiä. Väliaineen puristusvaikutus on suurimmillaan kohtisuoraan puristintasoa kohti, johon väliaineen litistyminen kohdistuu. Muotojen monimutkaisuus on väliaineen koostumuksesta kiinni. Sopivan väliaineen löytäminen saattaa tämän tapaisessa tekniikassa avata mielenkiintoisia uusia tuoterakenteita.



Kuva 24. Vaihtuva-paksuinen rakenne

4.5 Kuorirakenne

Kuorirakenne tarkoittaa yhtenäistä muotoa, joka ulottuu reunasta pinnan kautta toiseen reunaan. Kun tuotteen muoto rakentuu reunoiltaan kiinni meneväksi pintojen molemmilla puolilla, erillistä reunalistaa ei tarvita. Sisäosan täyte painuu kasaan ja täyttää sen kokonaan. Reunalistojen poisjäänti tekee tästä rakenteesta huomattavasti yksinkertaisemman ja valmistuksessa vähemmän työvaiheita sisältävän.

Kuorirakennetta on käytetty yleensä keveissä muovisissa tuotteissa. Tällaisia tuoterakenteita on esimerkiksi kypärät ja sukset. Englanninkielinen termi on Cap-structure ja se on yleistynyt hiihto ja laskettelusuksien kehuttuna rakenneratkaisuna urheiltaessa kovissa ulkoilma olosuhteissa. Cap tarkoittaa reunoiltaan toisiinsa liimattua komponenttia, joka täytetään kevyellä muovimateriaalilla tai paperikennolla.



Kuva 25. Cap-rakenteen periaate

4.6 Välinekehittelyn arviointia

Tärkeimmäksi välineeksi muodostui muotopuristeen sijasta niiden välissä käytettävät kevyet vaahdotetut muovilevyt styreeni ja uretaani. Metallimuotti sovelluksen jälkeen en tutkinutkaan enää muotopuristeita sinänsä vaan tutkimuskohde vaihtuikin pehmeisiin ja keveisiin vaahdotettuihin levyihin. Tämä oli ratkaiseva tekijä tutkimuksen eteenpäin vievänä voimana. Levyjen kasaanpainumisen helppous oli yllätyksellistä. Eteenkin uretaanilevy muokkautui viilupinnoite-muotojen mukaisesti ja säilytti muodon. styreenilevy palautui enemmän ja pullautti muotoa kupuralle.

Keveitä sandwich-rakenteisia tuotteita on tehty jo kauan erilaisilla pinnoitteilla. Pehmeä ja kevyt vaahdotettu muovimateriaali sallii paksuja rakenteita painon silti lisääntymättä. Pintaviilun paksuus ei vaikuta kovinkaan paljon kokonaisuuden jäykkyyteen.

Kerroksisella rakenteella voi parantaa materiaalien hyviä ominaisuuksia ja vähentää niiden huonoja piirteitä. Erilaiset materiaalit toimivat yhdessä mutta omina ominaisuuksinaan. Rakenteen yhteispaksuutta lisäämällä koko rakenteen jäykkyys paranee. Rakennetta taivutettaessa sisäkehä joutuu puristukseen ja ulkokehä venyy. Mitä suurempi paksuus rakenteella on, sitä enemmän puristusta ja venymistä tapahtuu.

Ongelmallisin kohta sandwich-rakenteessa on reuna. Pintojen välissä käytettävä pehmeä materiaali on jollakin tavalla piilotettava ja suojattava. Se ei ole esteettinen ja on rakenteen heikoin kohta.

Tuotteen reunan voi peittää listalla jälkeinpäin tai samalla kertaa sisälistoituksena. Sisälistoituksen huono puoli on siinä käytettävän materiaalin ero väliaineen kanssa. Listan reunat näkyvät pinnoitteen alta ja todennäköisesti aikaa myöten haitta lisääntyy materiaaliaroista johtuen. Varsinkin puumateriaali kutistelee ja turpoilee ilman suhteellisen kosteuden mukaisesti, mutta väliaine ei.

Kuorirakenne osoittautui varteenotettavimaksi rakennetyypiksi, joka sai jäädä jatkokehittelyyn varsinaisten tuottesovellusten rakenteissa.

5 Muotopuriste kuori- rakenteena

5.1 Enemmän vähemmällä

Ekotehokas tuotanto tavoittelee asteittaista materiaalin tuhlaillevuuden ja tuotteen elinkaaren aikaisen ympäristövaikutuksen vähentämistä. Tämä kehitys tulee johtamaan ympäristömyönteisten valmistusmenetelmien ja työkalujen käytön lisäämistä tavaratuotannossa.

Ympäristöministeriön esittämien Euroopan unionin Rion sopimuksen tavoitteiden mukaan luonnonvarojen tuottavuutta on välttämätöntä nostaa nelinkertaiseksi nykytasosta seuraavan 20 vuoden kuluessa esimerkiksi tehostamalla tuotantoprosessien raaka-aineen ja energian käyttöä, tehostamalla kuljetuksia ja pakkaamista ja kehittämällä tuotteen uudelleenkäyttöjärjestelmiä.⁷ Tähän päästään käyttämällä koko tuotteen elinkaaren aikana mahdollisimman vähän raaka-aineita ja energiaa.

Energian saannin vaihtaminen fossiilisista polttoaineista uusiutuviin tulee olemaan vaikein ja vaikuttavin tekijä aineellisen hyvinvointiin liittyvistä tekijöistä ja muuttaa tavaroiden valmistusta radikaalisti.

Biomassasta tuotettava energia uusiutuvana polttoaineena on fossiilisten energialähteiden vaihtoehto. Uusiutuvien energialähteiden käytöllä Euroopan unioni pyrkii vähentämään 20 prosenttia tuotannosta ja kuluttamisesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä.⁸ EU aikoo tehostaa sähköntuotantoa, lämmitykseen ja jäähdyttämiseen biopolttoaineisiin liittyviä toimia.

Energian tuottaminen ravinnoksi tarkoitetuista raaka-aineista koetaan ennen pitkää epäeettiseksi ja kestäättömäksi ruoan kallistumisen takia. Tästä on jo tällä hetkellä esimerkkejä. Kurjistuminen lisääntyy köyhimmillä maapallon asuinalueilla. Energian tuottaminen muista uusiutuvista lähteistä kuten puista tulee lisääntymään radikaalisti.

⁷ Valtion ympäristöhallinto

⁸ Eurooppaportaali

Biopolttoaineen käytön lisäys vaihtoehtoisena energialähteenä tulee kytkemään puu raaka-aineen hinnan kehityksen energiatuotannon hintoihin. Tämä kehitys tulee todennäköisesti johtamaan kustannusten nousuun kalusteiden tuotannossa. Tehokas puun hyödyntäminen raaka-aineena on tapa säästää tuotantokustannuksissa.

Professori Stosch (Ammattikorkeakoulu Ostwestfalen-Lippe) mukaan kevyt materiaalteknologia tulee olemaan merkittävä tekijä huonekalujen valmistuksessa. Kevyet rakenteet säästävät raakapuuta ja materiaalien kuljetuksia voidaan vähentää. Postimyynti huonekaluissa tulee lisääntymään ja monissa maissa on asetettu painorajoituksia lähetyspaketeille (25 kg) ja lisäpaino nostaa tuotteen hintaa.⁹ Tämä toimintatapojen muutos suosii keveämpiä tuotteita.

Hyvä vertailukeino energiatehokkuudelle on tutkia tuotteen painon suhdetta sen kokoon ja kestävyYTEEN. Muotoilulla voi vaikuttaa paljonkin tuotteeseen tarvittavaan ainesmäärään. Sopivilla materiaaliyhdistelmillä ja tuotemuodoilla voi

parantaa ohuenkin materiaalin kestävyysominaisuuksia. Ainoina keinoina ainesmäärän vähentämisessä on tuotteiden materiaalipaksuuden vähentäminen tai huokoisuuden lisääminen. Viime aikoina tätä ongelmaa on pyritty lähestymään kennolevyjen avulla.

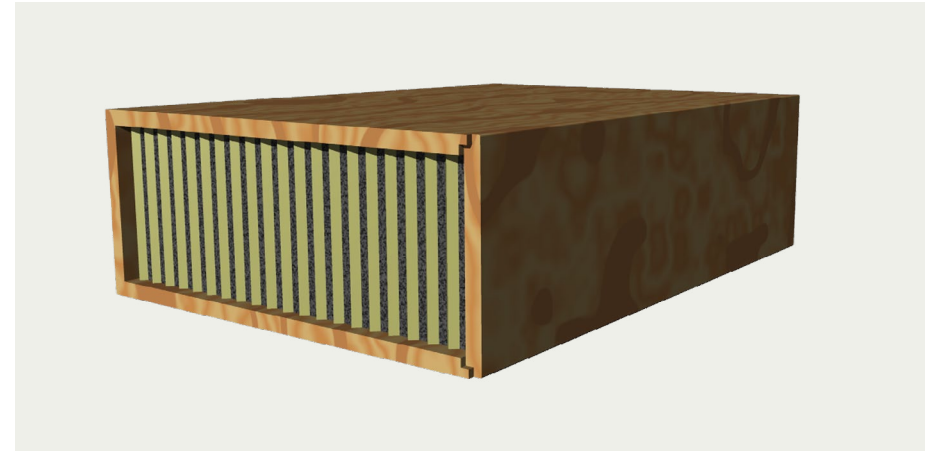
Kalusteteollisuudessa kennorakenne on kokenut uuden nousun varsinkin keski-euroopassa. Aiheeseen keskittyvisä internet-sivustoissa Ikean esimerkki keveiden tasomaisien paperikennorakenteisten tuotteiden menestymisessä kaupallisesti on herättänyt kalustevalmistajat kehittämään vastaavansisältöisiä keveitä tuotteita.

Keskustelu alan julkaisuissa on vilkasta. Kennorakenteisten tuotteiden valmistamiseksi on kehitetty paljon uutta työstötekniikkaa, joka mahdollistaa suurienkin keveiden ja paksujen levyjen toteutuksen. Kennolevy on vanha ratkaisu mitä on käytetty aikaisemmin rakennusten sisäovissa, kun on haluttu keveitä ja kieroutumattomia ovirakenteita. Ovilevyn sisään on ohuiden kuitulevyjen väliin liimattu paperinen hunajakakenno täytteeksi ja reunoihin sekä lukon että saranoiden kohdalle pienet palat massiivipuuta kiinnityksiä varten.

⁹ Stosch 2007, 13

Kennolevy on tyypillinen sandwich-levy, jonka ongelmana on reunan käsittely. Ongelmaan on kehitetty listoituskoneita, joilla rakenteen reuna saadaan kestäväksi. Levyn reunaan jyrsitään ylä- ja alapuolelle pieni kynte jota vasten liimataan kaksi jäykkää listaa, joista päällimmäinen on levyn pintamateriaalia vastaavaa materiaalia. Reunan valmistus on monivaiheinen prosessi joka sisältää levyn sahauksen, kyntteen jyrsinnän aluslistaa varten, aluslistan liimauksen, katkaisun, reunan uudelleen jyrsinnän sekä sivulta että päältä ja vielä lopullisen katkaisun. Reunalistan valmistustekniikka aiheuttaa kuitenkin sen, että levy on oltava tasapaksu.

Kennolevytuotteita on käytetty korvaamaan raskaita lastu- ja puukuitulevyjä tasomaisissa kalusteissa, kuten pöydän kannet, hyllylevyt ja kaapistojen ovet. Etenkin isojen kaapistojen ovissa kevyt levy helpottaa niiden avaamista ja sulkemista. Kevyt rakenne mahdollistaa paksujen levyjen käytön painon silti lisääntymättä. Tämä piirre mahdollistaa kalusteosien visuaalisen massoittelemisen mittasuhteilla paremmin kuin umpinaiset levyt ja on silti taloudellisesti järkevää.

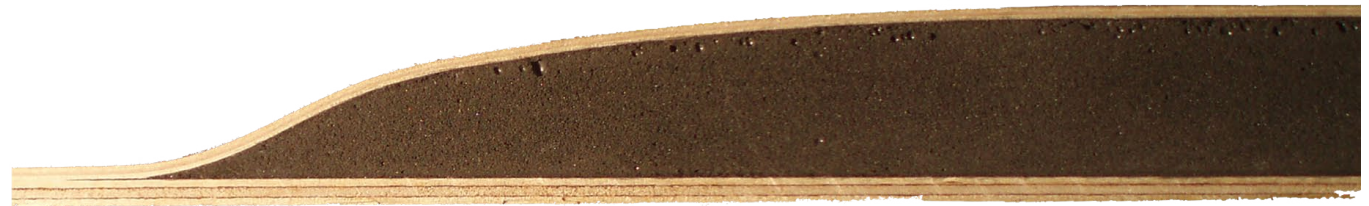


Kuva 26. Kennolevyn rakenne

Kaksoiskaarevia 3d- muotopuristemuotoja kennorakenteella sandwich- levyllä ei voi toteuttaa järkevästi. Sandwich-rakenteen reunaongelman voi poistaa yhdistämällä rakenteen ala- ja yläpuolen pinnat toisiinsa cap- rakenteeksi. Tämän tyyppinen rakenne poistaa reunaongelman ja tekee rakenteesta muutenkin yksinkertaisemman. Osien määrä vähenee ja työvaiheita sekä tarvittavia koneita tuotteen valmistuksessa tarvitaan vähemmän.

Rakenteen muuttuessa tuotteen visuaalinen olemus muuttuu kevyemmäksi. Muotopuristettavista tuoteosista muodostuu kotelo, jonka sisuksen voi täyttää kevyellä välimateriaalilla. Täyteaineen koostumuksella voi säädellä koko tuotteen ominaisuuksia. Rakenteen olemus on hyvin toisennainen kuin sandwich-levyllä. Reunan ohuus tekee siitä ilmavan ja 3d-muoto pehmeämmän tuntuisen.

Kennolevyt muistuttavat olemukseltaan massiivipuisia tai viilutettuja lastu- ja puukuitulevyjä ja niiden oletetaan olevan korvaava materiaali halvempana vaihtoehtona. Käsitykset kuitenkin muuttuvat. Tuotteiden olemus on riippuvainen ihmisten käsityksistä ja olemassa olevasta kulttuurisesta tilanteesta. Vaihtoehtojenkin tuotteiden hyväksyttävyys lisääntyy, jos ne koetaan järkeviksi myös ekologiselta kannalta ja varsinkin jos ne tarjoavat käyttäjille joitakin uusia ominaisuuksia mitä aikaisemmillä vastaavilla tuotteilla ei ole.

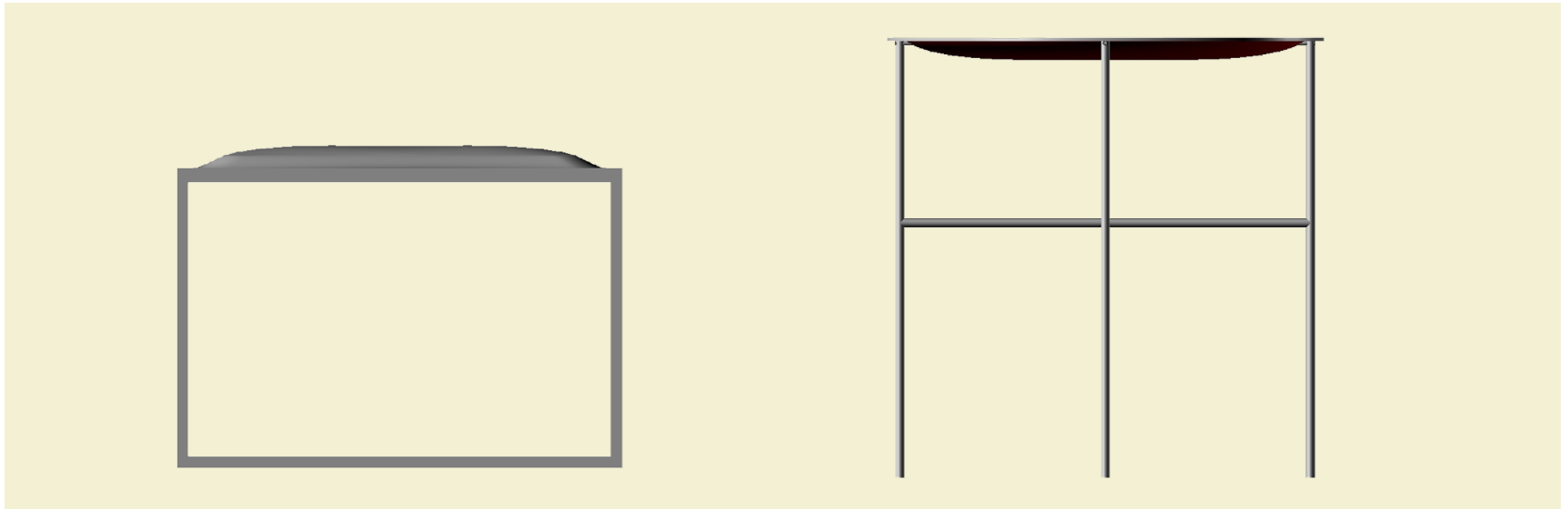


5.2 Tuotesovellukset

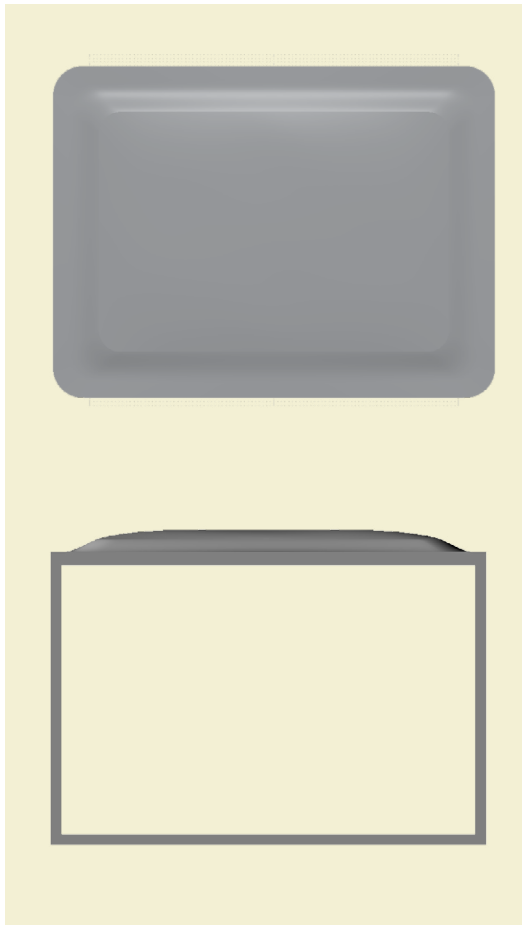
Tuotesovelluksissa tutkimuksen toiminnan kohde, monenlaiset muottirakenteet ja puristuskokeilut, vaihtuvat tuotteiden suunnittelun välineiksi ja toiminta saa uuden kohteen, keveät kuorirakenteiset muotopuristet tuotteet. Opinnäytteen tavoite oli uusien tuoterakenteiden kehittäminen muotopuristet tuotteille, johon suunniteltavien tuotesovellusten pitäisi tuoda uudistusta. Yhdistämällä 3d- muotopuriste kevytrakenteisen sandwich- periaatteen kanssa muodostuu cap- rakenne, jonka ominaisuuksia voidaan säädellä täytemateriaalin ominaisuuksien mukaan.

Kuorirakenteen täyttömateriaalin ominaisuus vaikuttaa koko tuotteen ominaisuuteen. Vastapareina ovat kova - pehmeä, jäykkä - notkea, kevyt - painava ja hauras - joustava. Ominaisuusvastaparit ovat osaltaan toisiaan poissulkevia, mutta tämä periaate kumoutuu komposiittiominaisuuksien myötä. Viilukerros vaneroituna pintakerroksena vaikuttaa koko rakenteen ominaisuuteen.

Tuotesovelluksia toteutiti kaksi. Joustavan päällisen omaava penkki, jossa kuorirakenne omaa tyynymäistä joustoa ja pöytä, jossa on kuorirakenteinen mahdollisimman kevyt kansi. Molemmat ovat tyypillisiä kodin sisustustuotteita.



5.3 Penkki



Kuva 27. Pehmeäpäällysteinen penkki

Penkin osat koostuvat runko-osasta ja kuorirakenteisesta päällisestä. Penkin päällisen ominaisuuksia ovat keveys, joustavuus ja notkeus. Kuorirakenteinen kansi on mahdollista kiinnittää kalusteheloilla alakautta näkymättömästi. Koko penkin olemuksen toteutin helposti ymmärrettävällä geometrisella perusmuodolla. Muoto on jokaiselle tuttu ja sen voi sijoittaa hyvin monenlaiseen tilaan. Perusnuotoisen rungon päällä houkuttelevan näköinen muodoltaan pehmeänoloinen ”puuviilutyyny” tuottaa istujan takapuolen alla mukavan yllätyksen.



Kuva 28. Penkin osat räjäytyskuvana

5.3.1 Päällisen muotopuristus- työkalut

Päällisen valmistus vaati uudenlaisten työkalujen suunnittelun. Kuorirakenteen 3D-pinta kaksiosaisen muotin ja rakenteen kokoaminen omansa. Muottipintoina käytin tavallista mdf-levyä, mikä kesti kokemusteni mukaan hyvin useampiakin liimauskertoja.

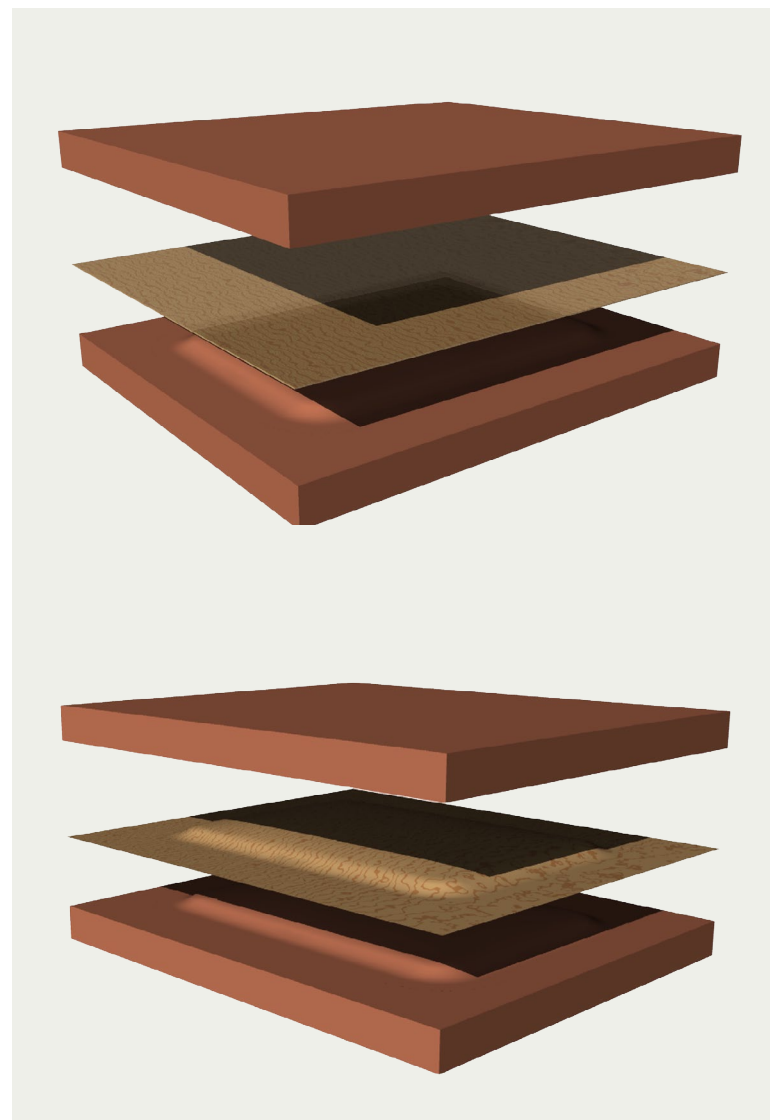


Kuva 29. Kupera ja kovera muottipinta

5.3.2 Päällisen valmistus sarjakuvana

Viilut asetetaan kohdistettujen muottipintojen väliin.

Puristus ja ohut 1.8 mm paksuinen kuoriossa on valmis.

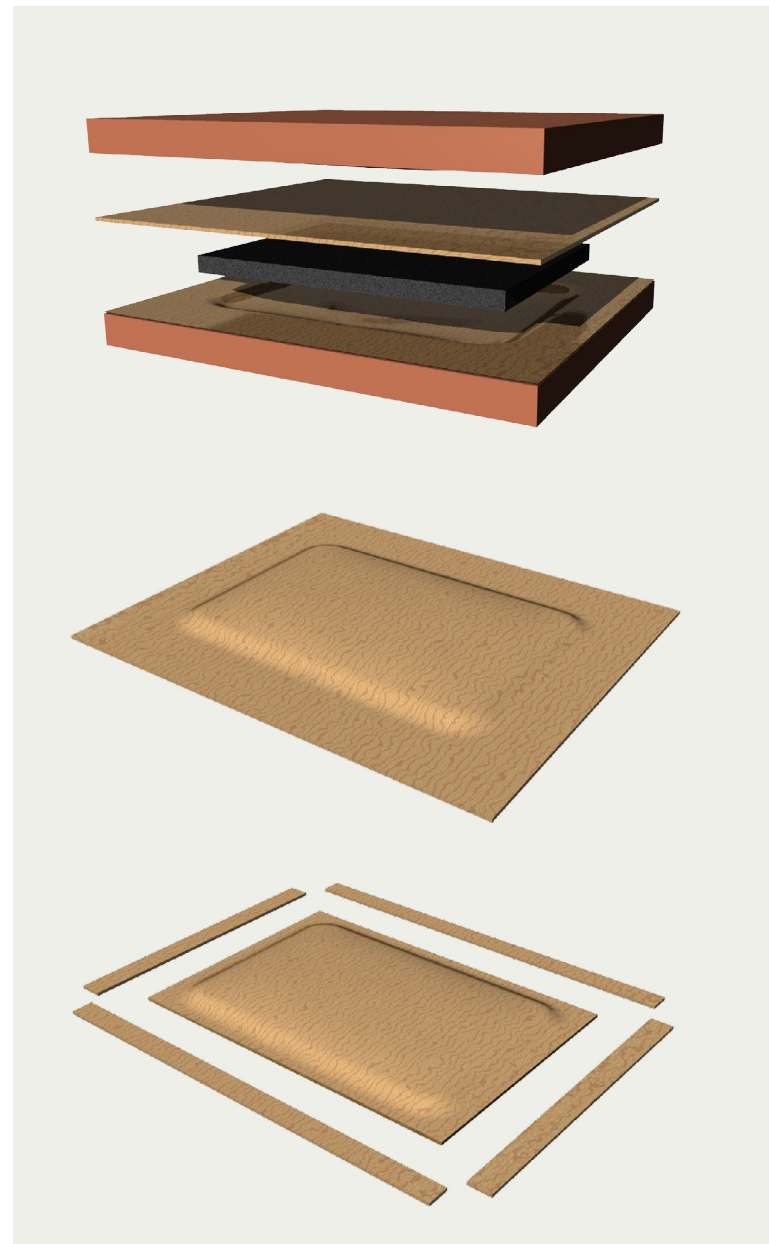


Kuva 30. Muotopuristus

Jousteva täyte asetetaan kuoriosien väliin ja osat puristetaan reunoilta yhteen koveran muottipuoliskon avulla.

Kuorirakenteinen kansilevy osien yhteenliittämisen jälkeen.

Reunat leikataan pois ja kansilevy on valmis.



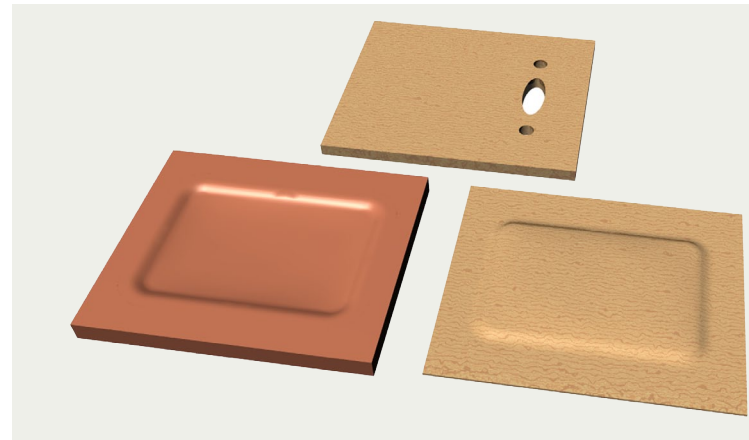
Kuva 31. Kuorirakenne

5.3.3 Vaahtotäyte

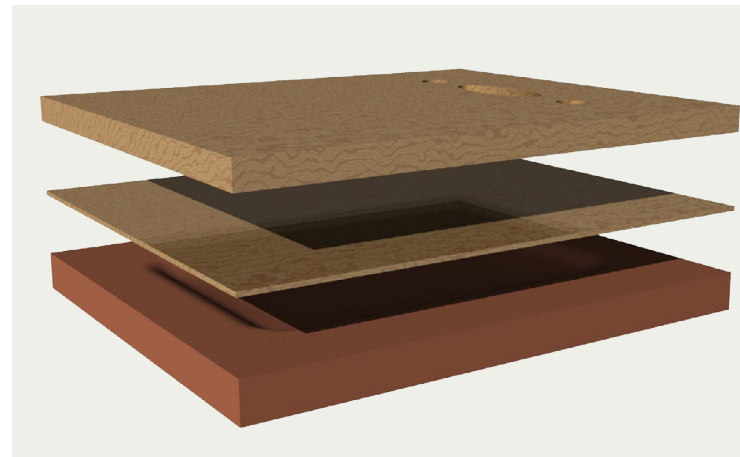
Yhtenä sisuksen täyttötapana kokeilin pehmeää polyuretaanivalua. Tämän kokeilun toteutin lahtelaisessa Kosofinn nimisessä muovialan yrityksessä. Toimitusjohtaja Heikki Kosolan ystävällisellä avustuksella sain mahdollisuuden tutkia vaahtotäytteen kelpoisuutta kuorirakenteen sisätäyttöön.

Uretaanimuovin täyttöön tarvittiin kolme osaa: Kovera muotopuristusmuotin puolisko, sisältä tyhjä kuorirakenteinen tuoteosa ja yläpuolinen tukivaneri. Muotopuristettu osa, joka oli liimattu reunoiltaan yhteen suoran pohjavanerin kanssa, täytettiin pehmeällä uretaanimuovilla pohjavaneriin poratun täyttöaukon kautta.

Valutekniikka sopi mainiosti kuoren täyttöön. Kuoriosaa pysyi muodossaan ja sisöosa täyttyi kauttaaltaan. Uretaani ei ole kovin ympäristöystävällinen aine ja se kannattaa korvata toisella paremmin kierrätettävällä aineella.



Kuva 32. Sisätäytön osat



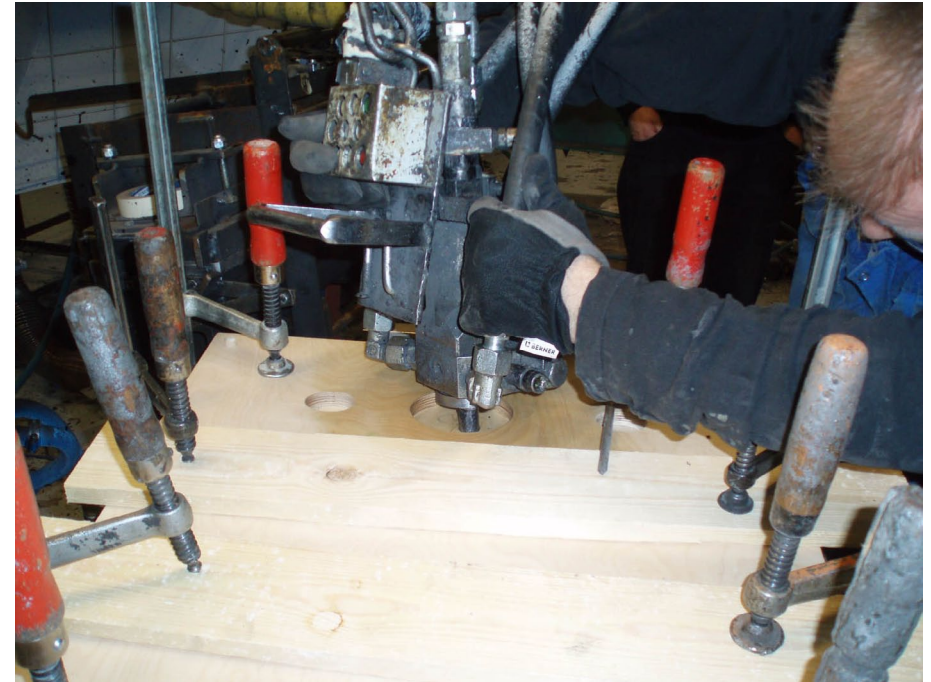
Kuva 33. Osien kohdistus

Tyhjä kuorikapale, kovera muottipuolisko ja tukivaneri kohdistettiin päällekkäin uretaanitäyttöä varten.

Täyttö toimenpiteineen oli yllättävän yksinkertaista ja nopeaa. Koko työvaihe kesti muutaman sekunnin ja muoviai-
neen paisuminen rakenteen sisällä kesti noin minuutin. Si-
sätäyttöä tehtiin 6 kertaa ja kertojen välinen aika oli noin
10 minuuttia. Ensimmäisen täyttökerran aikana tukivanerin
päälle laitettiin varmuuden vuoksi mäntylautoja lisätuen ta-
kia. Tämä osoittautui kuitenkin tarpeettomaksi, koska paine
täyttöaineen paisumisessa ei kuitenkaan ollut kovin suurta.

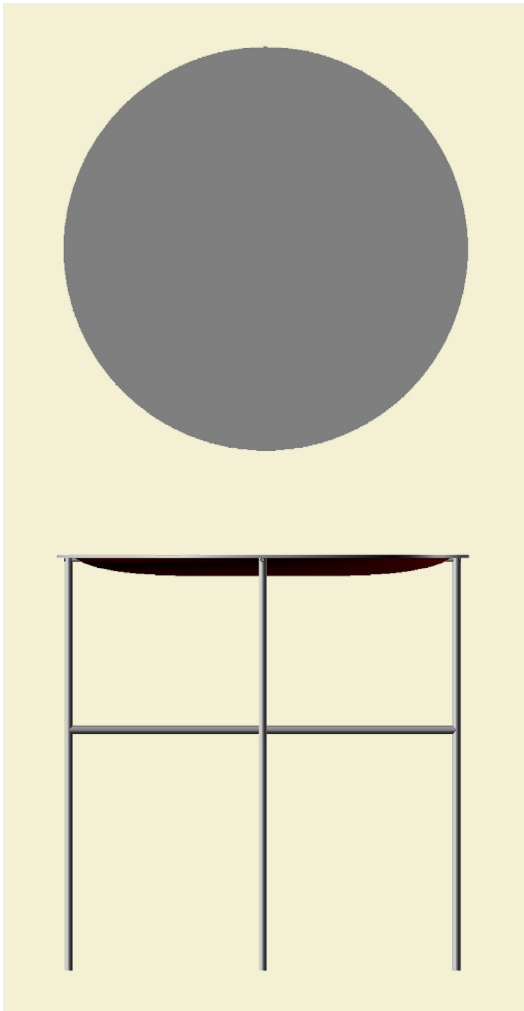


Kuva 35. Valukone



Kuva 34. Uretaanitäyttö Kosofinnillä

5.4 **Pöytä**



Kuva 36. Komposiittipöytä

Pöytä koostuu metallisesta kaksi osaisesta jalkarakenteesta ja kuorirakenteisesta kannesta. Pöydän kannen ominaisuuksia ovat keveys, kovuus ja jäykkyys. Kansi näyttää cap- rakenteen ansiosta ohuelta ja ilmavalta.

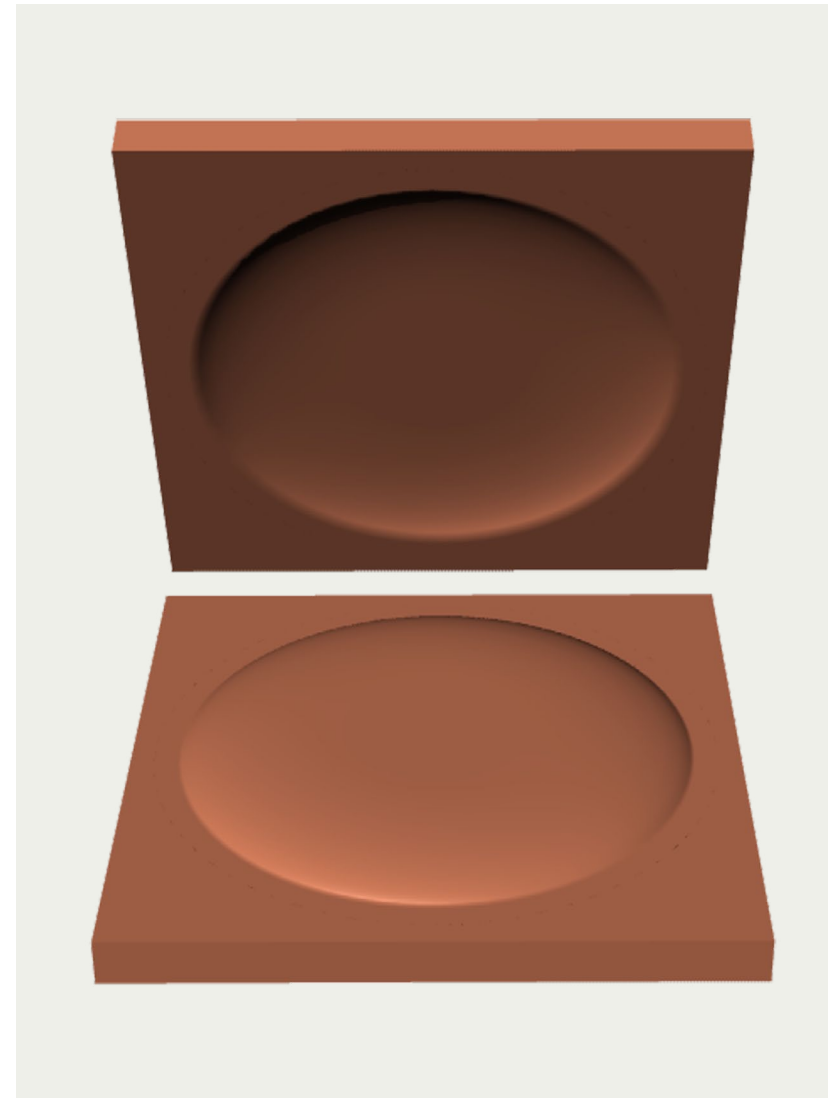
Jalat kiinnittyvät kannen kuppi-maiseen alapuoleen upoten metallitapeilla täyteaineeseen. Pöydän paino kokonaisuudessaan pitäisi olla mahdollisimman kevyt ja kasaaminen yksinkertaista. Rungon kasaaminen tapahtuu sitten, että löysätään jalkarakenteen keskiruuvia, käännetään jalat oikeaan asentoon ja painetaan tapit kannen alla oleviin reikiin.



Kuva 37. Pöydän osat räjäytyskuvana

5.4.1 Pöydän muotopuristustyökalut

Pöydän kannen alaosan kuppimaisen pintamuodon ja suoran reunaosan kohtaaminen oli tämän puristusmuodon vaikein toteutettava kohta. Yllättävää kuitenkin oli kuinka nöyrästi viilu taipui ruttaantumatta tähän-

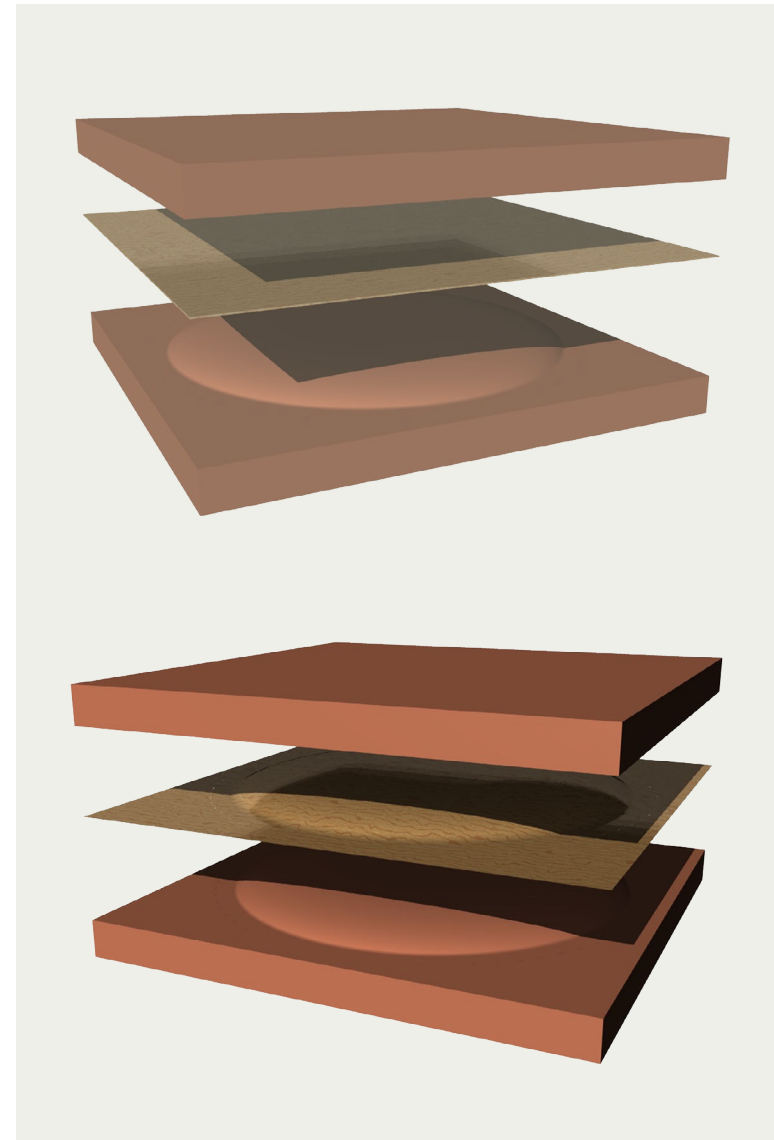


Kuva 38. Kupera ja kovera muottipinta

5.4.2 Pöydänpöydän valmistus sarjakuvana

Viilut asetetaan kohdistettujen muottipintojen väliin.

Puristus ja ohut 1.8 mm paksuinen kuoriososa on valmis.

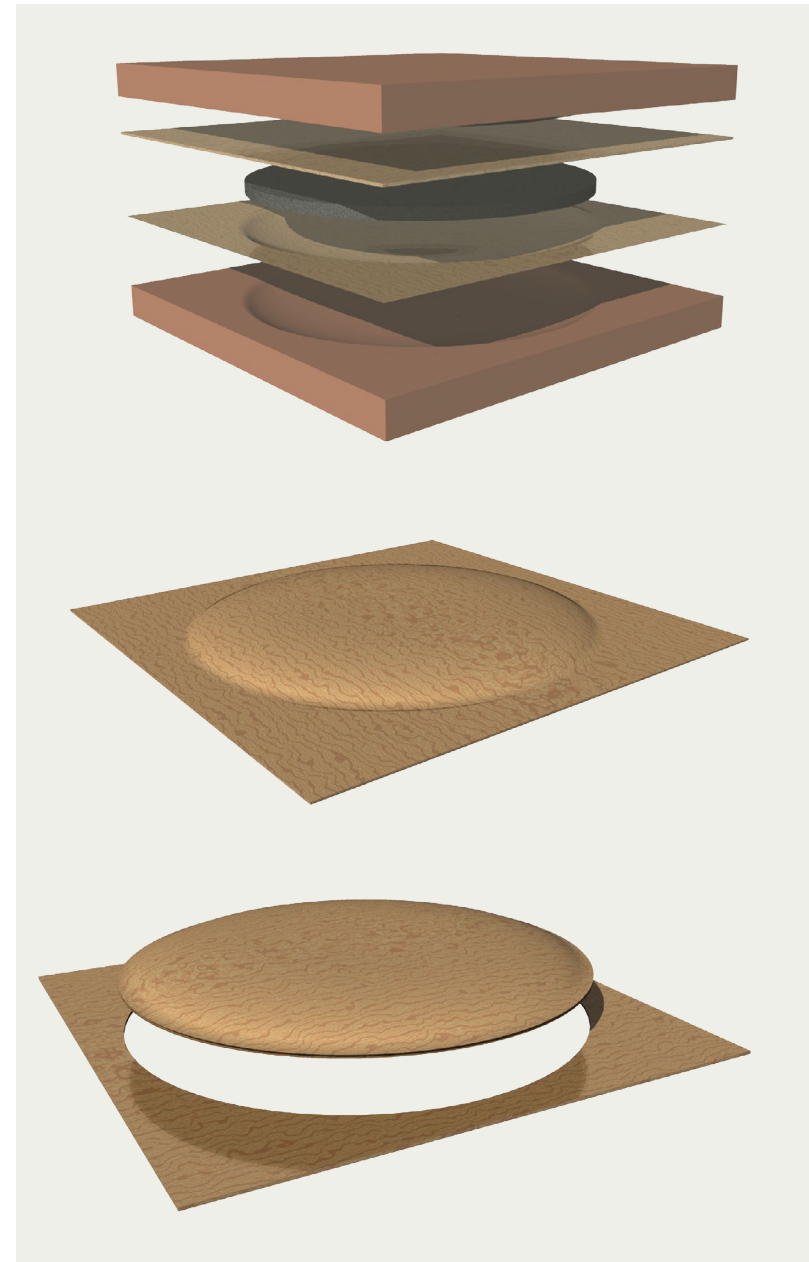


Kuva 39. Muotopuristus

Täyte asetetaan kuorikappaleiden väliin ja puristetaan reunoilta yhteen koveran muottipuoliskon avulla.

Kuorirakenteinen kansilevy osien yhteenliittämisen jälkeen.

Reunat leikataan pois ja kansilevy on valmis.

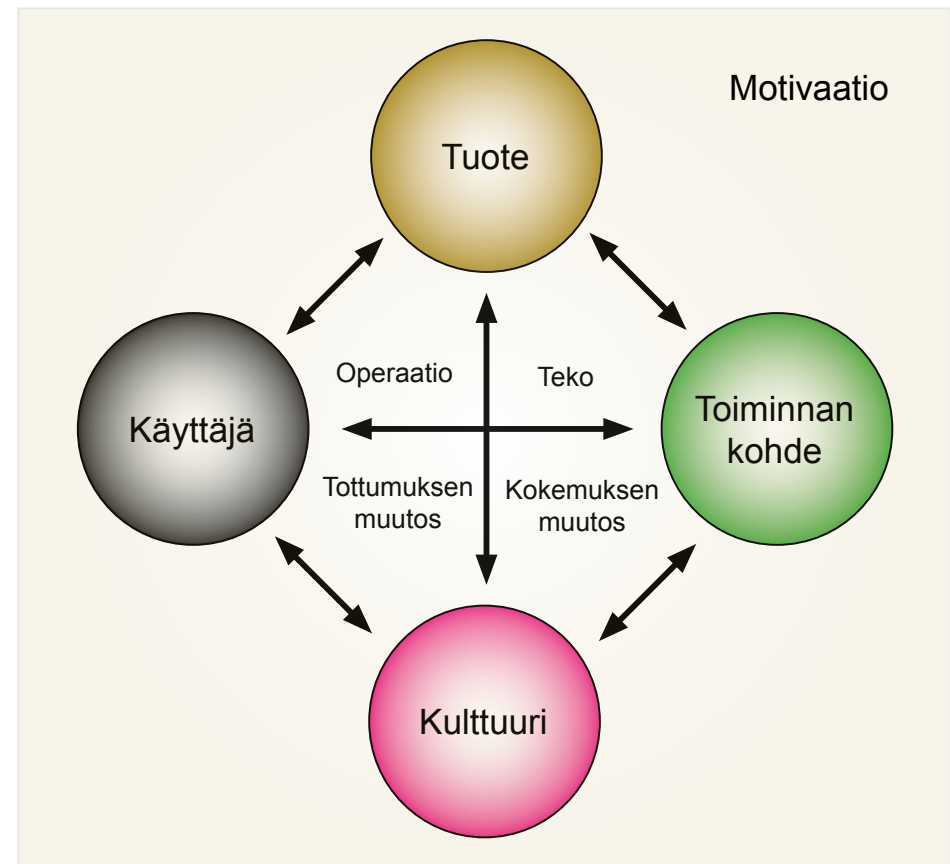


Kuva 40. Kuorirakenne

6 Tuotteen käyttäjän toimintamalli

Tuotteella, joka sisältää uudenlaisia ominaisuuksia, ei ole kaikilta osin vertailukohtaa olemassa oleviin tuotteisiin tai niiden ominaisuuksiin on vaikea arvioida, kuinka ne mahdollisesti otettaisiin vastaan käyttäjillä. Tuotteen hyväksyttävyys on myös sen käytettävyyden edellytys.

Oleellinen tekijä on suunnittelijan toiminnan kohteen muuttuminen tuotteen käyttäjän toiminnan välineeksi. Tämän tapahtuu, koska ihminen ei käytä välineitä niiden itsensä vuoksi, vaan tavoitellakseen haluamansa asian toteuttamista. Tuotteen rooli on käyttäjän toiminnassa välineellinen. Sekä muotoilu että tuotteiden käyttö on toimintaa, joilla molemmilla on kohde, mutta eri. Tärkein tekijä on käyttäjän motivaatio. Motivaatio määrittelee syyn miksi tuote ylipäättään on haluttava.



Kuva 41. Käyttäjän toimintamalli

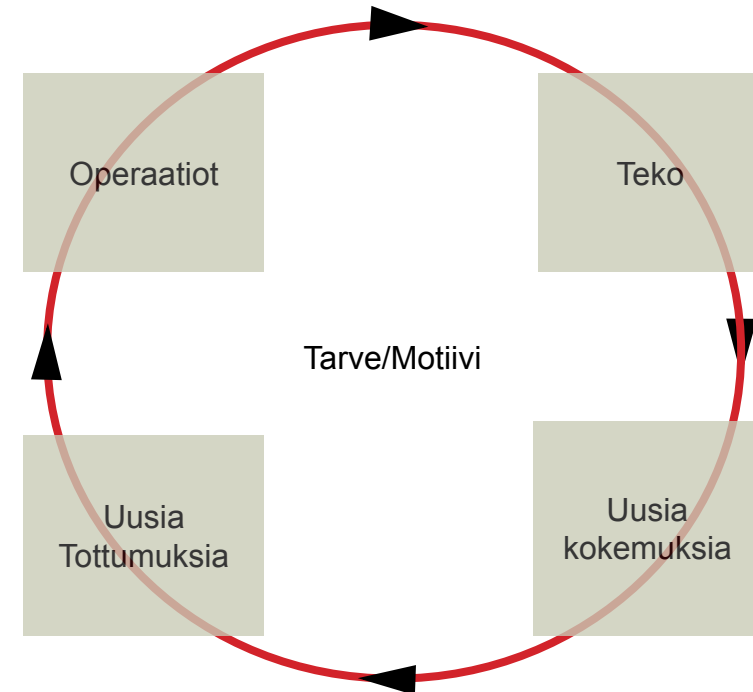
Uusi tuote liittyy yleensä johonkin ihmisen olemassa olevaan toimintatapaan. Tuote hankitaan aina olemassa olevaan tarpeeseen ja siihen liittyvään toimintaan. Tarve tai syy, miksi tuote hankitaan, löytyy käyttäjän motiiveista. Toimintaan vaikuttavat motiivit, jotka määrittelevät tuotteen valintaa sen tarjoaman sisällön perusteella. Toimintajärjestelmä on kokonainen rakennelma, jossa kaikilla osatekijöillä on merkitystä.

Uuden tuotteen hankinnalla käyttäjä haluaa muuttaa toimintansa sisäistä rakennetta laadullisesti parempaan suuntaan.

Toimintamallia voi tulkita myötapäivään kiertävänä tapahtumana, vaikka todellisuudessa ihmisen ajatusmaailma ei järjesty lineaarisesti asiasta toiseen kulkevana tapahtumaketjuna.

Tuotteen käyttäjä hankkii toimintansa kohteen vaatimusten mukaisen tuotteen. Tuotteen käyttö vaatii alussa totuttelua ja mahdollisesti uuden oppimista, ennen kuin käyttöön liittyvistä operaatioista tulee rutiinia ja käyttäjä voi keskittyä toiminnan kohteeseen ja kohteen sisältöä vastaaviin tekoihin.

Uusi tuote asettuu aina suhteessa muiden tuotteiden kanssa käyttäjän olemassa olevaan sosiaalis-kulttuuriseen ympäristöön ja saa siinä paikkansa.



Kuva 42. Käyttäjän toiminnan muutos

Uuden tuotteen odotetaan tuovan jonkinlaista muutosta aikaisempaan saman sisältöiseen toimintaan verrattuna. Vertailua ei kuitenkaan voi tehdä ilman, että selvitetään, minkälainen aikaisempi toiminnan sisältö on ja mitkä ovat toimintaa ylläpitävät motiivit. Tämä voi olla hankalaa, koska motiiveja on yleensä useita eivätkä ne kaikki suinkaan ole tiedostettuja tai käsitteellistettyjä. Sen sijaan teot ovat aina tiedostettuja. Ihminen ei aina tiedä miksi jotakin toimintaa tekee, mutta ainakin hän tietää sen, mitä on tekemässä ja millä tekemistä toteuttaa.

Uuden tuotteen muutoksen vaikuttavuutta käyttäjän toiminnassa voi koettaa analysoida erittelemällä käyttäjän toiminnan muutoksia toimintamallin osien välisten suhteiden avulla. Käyttäjän todelliset toiminnan muutokset voidaan arvioida vasta valmiilla tarjottavalla tuotteella sen käytön yhteydessä, mutta mallilla voi olettaa etukäteen, mihin toiminnan rakenteen osaan todellinen muutos mahdollisesti kohdistuu.

Tuotteen hyväksyttävyyden analysoinnin voi jakaa suunnittelijan mallin tapaan. Toimintamallin osia on neljä ja vuorollaan yhden osan poistaminen tarkastelunäkökohdasta muodostaa erityyppisiä toiminnan muutoksen vaikuttavuutta kuvaavia osioita.

- Arvioiva toiminta, jossa tuotteen ja kulttuurin suhdetta välittää toiminnan kohde.
- Luova toiminta, jossa tuotteen ja kulttuurin suhdetta välittää käyttäjän luova toiminta.
- Toteuttava toiminta, jossa käyttäjän ja toiminnan kohteen suhdetta välittää tuote.
- Sisäistävä toiminta, jossa käyttäjän ja toiminnan kohteen suhdetta välittää tavat ja tottumukset.

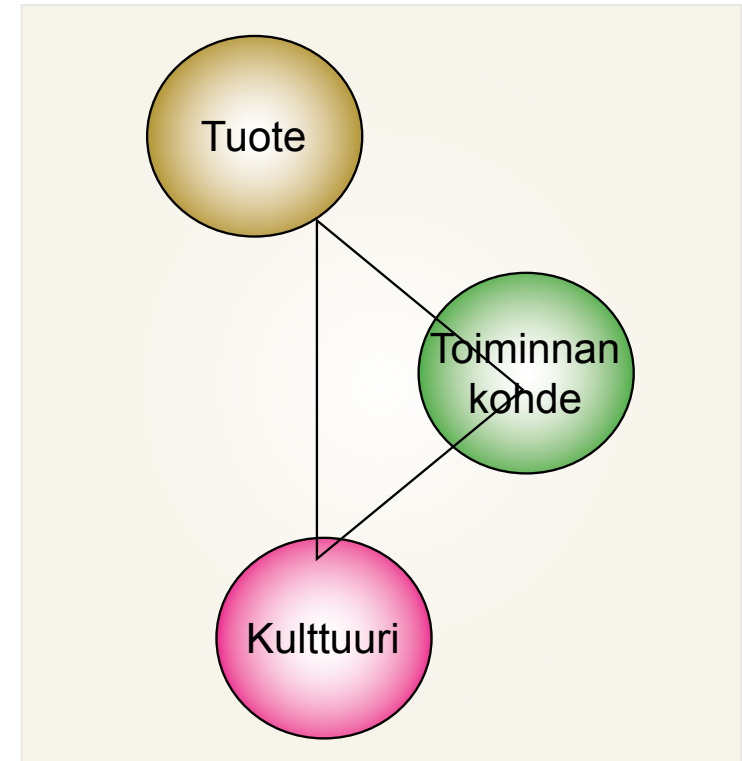
6.1 Tulkitseva toiminta

Käytettävän tuotteen merkitys on suhteessa toiminnan kohteeseen ja olemassa olevaan kulttuuriin ja sen arvoihin. Tuotteen sisältöä ei voi ymmärtää ilman näitä muita tekijöitä. Hyysalon mukaan tuotteen fyysiset piirteet eivät yksin määritä käyttökokemusta. Käyttäjä luo niihin omia merkityksiä suunnittelijan asettamien merkitysten lisäksi.¹⁰ Uusia ominaisuuksia sisältävä tuote muuttaa sitä vastaavan toiminnan kohdetta aina jollain tavalla ja saattaa ohjata uusien motivaatioiden muodostumiseen.

Jos kehitys kulkee ennakoituun suuntaan ja materiaalsen niukkuuden merkitys tulee korostumaan kevytrakenteiset tuotteet voivat saavuttaa käyttäjien toiminnassa pysyvän merkityksen.

Tuotteen ominaisuuksissa voi olla sellaisia potentiaalisia sisältöjä, jotka eivät ohjaudu käyttäjän toimintaan, mutta ovat mahdollisuutena tuotteen olemuksessa. Tuote voi olla muihin tuotteisiin verrattuna poikkeuksellinen niin, että sen hyväksyminen vie aikaa ennen kuin se muuttuu todelliseksi ostopäätöksiksi tai se voi olla juuri sellainen tuote, jota on odotetukin. Ihmisten käsitteellinen tuote voi olla jo olemassa, mutta ei todellisena uutena tuotteena.

¹⁰ Hyysalo 2009, 143



Kuva 43. Käyttäjän toiminnan muoto

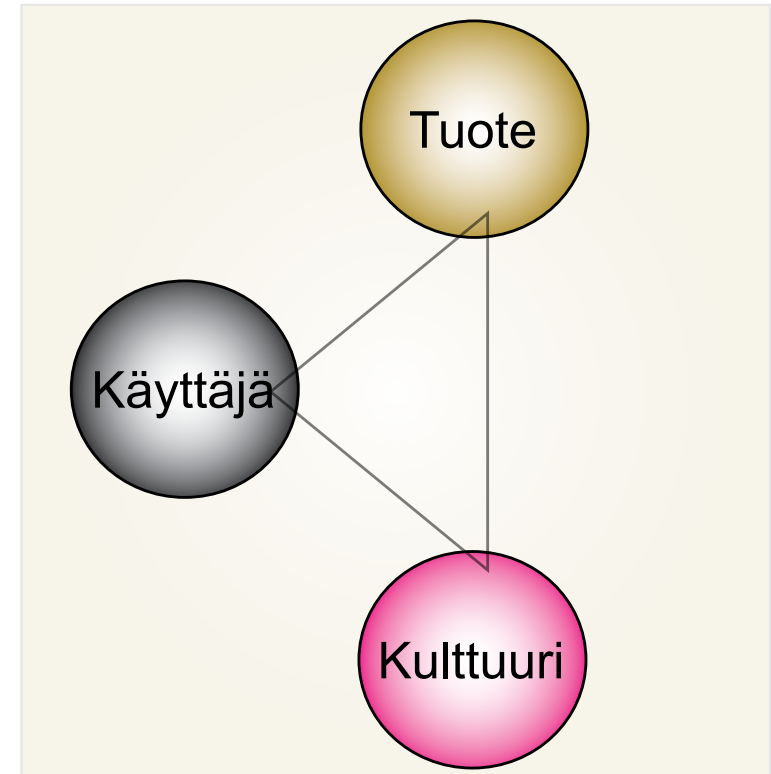
6.2 Luova toiminta

Uusi tuote muuttaa käyttäjän tapoja ja tottumuksia ja muuttaa samalla myös tuotteeseen liitettäviä merkityksiä. Käyttäjät eivät luo tuotteita, mutta luovat niiden käyttöä omassa ja yhteisöllisessä elämässä.

Kevyttyötuotteeseen liittyvien uusien käsitteiden luominen koskee materiaaleja, rakennetta, muodon olemusta ja painoa. Tuotteen sisäistetty merkitys on riippuvainen sekä tarkoitetusta merkityksestä, joita tuotteen suunnittelussa on niihin asetettu että potentiaalisesta merkityksestä, joka on tuotteen käyttäjän tapauskohtaista tulkintaa.

Tuotteisiin asettuvat merkitykset ovat suoraan suhteessa niiden käytön motiiveihin. Tuotteen käyttäjä luo tuotteille omat merkityksensä niihin asetettujen merkitysten lisäksi. Tuotteen käyttö ei ole pelkästään mekaanista toimintaa jotakin fyysistä tarvetta varten. Lautamäki korostaa tuotteen menestyvän, jos se tuottaa konkreettisten ominaisuuksien yhteydessä miellyttäviä ja palkitsevia mielikuvia¹¹. Ihmisen tuntemukset, mielikuvat itsestä ovat toimintaa ja niillä on kohde, käyttäjän oma sisäinen maailmankuva, jota käytettävällä tuotteella vahvistetaan. Ihminen luo myös itse itsensä merkityksiä tuotteita käyttävän toiminnan kautta.

¹¹ Lautamäki 2005, 60

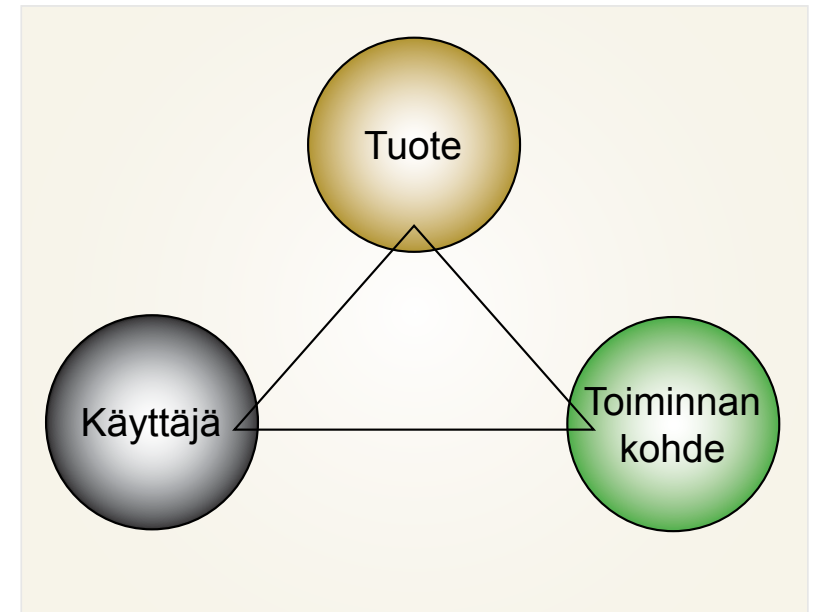


Kuva 44. Käyttäjän toiminnan muoto

6.3 Toteuttava toiminta

Uuden tuotteen käyttö muuttaa myös käyttäjän sisäisiä mielen työkaluja, käsitteiden ja merkitysten suhteita. Uudet ominaisuudet aikaisempaan verrattuna voi kanavoitua uudenlaisen motivaation kehittymiseen ja sitä kautta lisätä muidenkin samantyyppisten tuotteiden käyttöä. Tuotteessa tapahtunut muutos edellyttää muutosta käyttötoiminnan kohteeseen. Tuotteen käyttäjät tulevat hyväksymään uusia materiaaleja, jota ei välttämättä koeta aidoiksi materiaaleiksi, jos ne tuottavat parempia ominaisuuksia niiden käytölle.

Tuotteen käytön sisältö ei rajoitu pelkästään fyysisiin olemassaolon muotoihin vaan yhtä hyvin ihmisen psyykkisen tai yhteisöllisen kulttuurin ja sosiaalisen olemassaolon muotoihin. Keväät materiaaleja säästävät tuotteet saattavat tulla hyväksytyiksi kun tuotteilta vaaditaan enemmän yleispätevyyttä ihmisten elämässä. Yleispätevyyteen kuuluu koko tuotteen elinkaari raaka-aineen hankinnasta niiden loppusijoittamiseen. Käyttäjälle se tarkoittaa hankinta hetkestä kuljetukseen käyttöön arjessa ja hävittämistä. Tuotteen valinta olisikin yksinkertainen, jos valinnan kriteereinä olisivat vain fyysiset realiteetit käyttötarpeista.

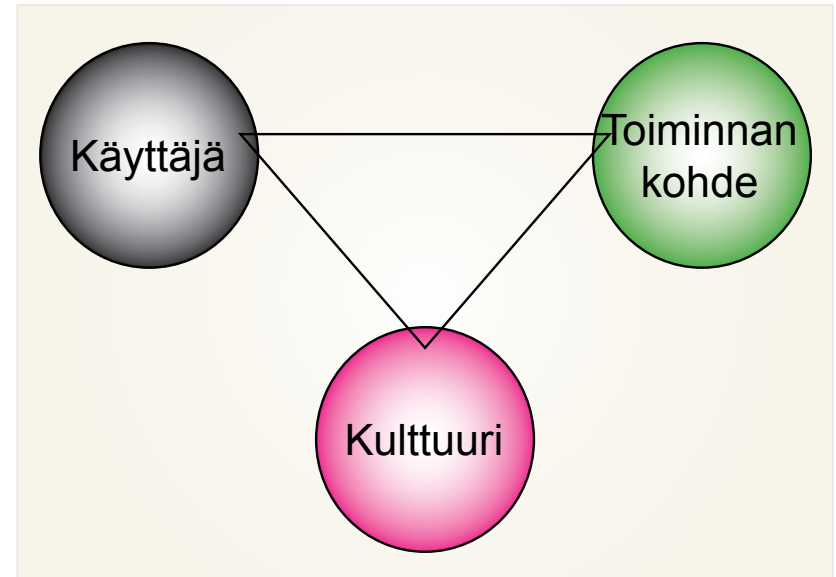


Kuva 45. Käyttäjän toiminnan muoto

6.4 Sisäistävä toiminta

Uusi tuote asettuu aina olemassa olevaan tuoteympäristöön ja määrittyy suhteessa toisiin tuotteisiin. Tuotteet ovat osa ihmisten aineellista ja henkistä maailmankuvaa ja sen on mahdollista mukautua osaksi käyttäjän elämää, jos tuotteen käytöstä tulee pysyvää. Uusi tuote, joka asettuu osaksi käyttäjän tottumuksia muuttaa myös käytön kohdetta ja sitä myöten käyttäjää jollakin tavalla. Toiminnan kohteet ovat myös kulttuurisidonnaisia ja määrittyvät suhteessa siihen.

Ihmisten saattaa olla vaikea hyväksyä tuotteita, joiden fyysinen olemus koetaan vieraaksi. Kalantin mukaan tavat ja tottumukset sekä kulttuuriset odotukset määrittelevät yhteisössä käytettävien tuotteiden materiaalivalikoimaa.¹² Tuotteen olemus ja siinä käytettävät materiaalit eivät aina vastaa käyttäjän tottumuksia. Kulttuuri ei ole kuitenkaan pysyvää. Se on jatkuvan muutoksen pyörteissä ja muuttuu aina uusin tekijöiden ilmaantuessa. Muutokset saattavat näkyä toiminnan kohteen muuttumisena niin, että sitä vastaava tuote menettää merkityksensä tai vaihtoehtoisten tuotteiden etsimisenä.



Kuva 46. Käyttäjän toiminnan muoto

¹² Kalanti 1990,16

Muutos kulttuurissa voi asettaa muutoksia tuotteen hankinnan motivaatiotekijöihin. Ekologisuus, kansainväliset sopimukset, globalisaatio tai tuotteen hinta saattavat pakottaa muuttamaan käytettävien tuotteiden valikoimaa radikaalistikin niiden sisällön perusteella.

Kevyet vähän materiaalia sisältävät tuotteet näyttävät saavan hyväksyntää enenevässä määrin. Tuoteympäristön muuttuminen näyttää johtavan materiaalia säästäviin tuotteisiin, vaikka niiden olemus olisikin keinotekoinen.

Tuotteen merkitys on välineellinen sitä vastaavaan toiminnan kohteeseen ja motivaatioon käyttää tuotetta. Välittyminen tapahtuu kahta linjaa pitkin, käsitteellisenä ja toiminnallisena. Keveän muotopuristetun tuotteen hyväksyminen on helpompaa, jos sitä vastaava käsitteellinen suhde käytön kohteeseen on jo tehty ja tuote sisältää sellaisia ominaisuuksia, jotka jo vastaavat käyttäjän motivaatiotekijöitä.



7 Yhteenveto

Muotopuristeisilla tuotteilla on pitkä perinne suomalaisessa kalustesuunnittelussa aina Alvar Aallon taivutetuista huonekaluista lähtien. Alkuajoista asti niissä on ollut olennaista materiaalin säästö, liitosten väheneminen rakenteissa ja puun taivuttamiselle ominaiset pyöreät muodot. Muotopuristeiden käyttö on monipuolistunut tuoteteknologian ja materiaalien muokkauksen hallinnan osaamisen kehityksen myötä merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Tietotekniset mallinnusohjelmat mahdollistavat vaikeidenkin tuotemuotojen mallinnuksen ja muottien valmistuksen kohtuullisen helposti. Tämä seikka on myös edistänyt uusien materiaalituotteiden kehittelyä. Saatavilla on vaikeiden muotojen muotopuristamisen helpottamiseksi 3d- viilu ja uusimpana Lahden Ammattikorkeakoulussa kehitetty termomuovattava puulevy. Mielenkiinto muotopuristeita kohtaan näyttää vilkastuvan.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää keveitä muotopuristeisia kalusterakenteita. Kehittämisen lähtökohtana oli puristemuottitutkimus, jossa kaksoiskaarevista muotopuristeista muodostettiin komposiitteja keveiden välimateriaalien kanssa.

Tuoterakenteiden ja materiaalien oivaltava käyttö on aina kuulunut kalusteiden suunnittelun periaatteisiin. Tässä mielessä tämä työ jatkaa samaa perinnettä.

Ihmiskunta on lähitulevaisuudessa suurten haasteiden edessä. Aineellista hyvinvointia on jakamassa valtava määrä ihmisiä ja vähemmällä on tultava toimeen. Materiaalien tuhlailevuutta on pakko vähentää ja siinä tehtävässä muotoilulla on olennainen rooli. Muotopuristeita käyttäen tätä roolia on mahdollista toteuttaa kestävien kevytrakenteiden muodossa. Viilun vanerointi, tuotteen kaksoiskaarevat pintamuodot ja komposiittirakenne kevyen täytemateriaalin kanssa tuottaa kestäviä ja keveitä tuotteita.

Energian hintojen noustessa perinteiset materiaalituotteiden hinnat nousevat. Ihmiset hyväksyvät uusia tuotteita ja uusia materiaaleja. Tästä seuraa että yhteiskunnalliset tekijät nousevat valittavien tuotteiden valinnassa ja totutaan uusiin materiaaleihin ja etsitään niistä uusia piirteitä, jotka parantavat niiden arvoa suhteessa vanhaan. Etsitään uusia parempia ja erilaisia hyötyjä. Tuotteiden valmistus monitukaistuu ja niiden valmistuksessa tarvittavien koneiden ja laitteiden määrä kasvaa ja tehostuu. Tämä johtaa lisääntyvään automaatioon ja erikoistumiseen. Tuotantoyksiköt suurenevät ja pientuottajat keskittyvät perinteeseen ja kalliiseen erikoistuotantoon.

Muottitutkimuksella oli keskeinen rooli saavutettujen tuoterakenteiden kehittämisessä. Käytetyt välineet, tiedon sisäistäminen ja ulkoistaminen, Vygotskyn periaatteisiin nojautuva hajautetun kognition käsitteet, että ihmisen älykkäät ja kekseliäät saavutukset perustuvat välineitä käyttävään toimintaan, näyttää pitävän paikkansa. Jokainen uusi muottiväline tuotti uusia toiminnan osien suhteita ja vaikutti uuden tiedon muodostumiseen. Kevytrakenteen kehittäminen oli syklimäinen sarja toimintoja, joissa edellinen muottipuristuskokeilu johti toiseen ja edellisen perusteella oli määriteltävä seuraavan muottikokeen toiminnan kohde uudelleen muuttuneen tavoitteen mukaiseksi.

Materiaalien ja rakenteiden tutkimisella ei ole vastaavaa hyötyä, jos niitä ei käytetä soveltuvasti tuotteisiin. Tuotesovelluksiksi valitsin tuiki tavalliset kalustetyypit, jotka löytyvät melkein jokaisen asunnosta. Perusratkaisu niiden muotopuristekomposiiteissa on sama, mutta kuoren sisältö muuttaa sen olemusta. Pöydän kansi on kova ja jäykkä; jakkaran kansi on pehmeä ja joustava.

Molemmat tuotesovellukset täyttivät kevytrakenteelle ominaiset piirteet. Yhdistämällä 3d- muotopuriste kevytrakenteisen sandwich- periaatteen kanssa muodostui kuorirakenne, jonka ominaisuuksia voi säädellä täytemateriaalin

ominaisuuksien mukaan. Pöydän kannen ja istuimen päällisen kuorirakenne oli tuotteen olemuksen mukainen ja yhtenäistä perusratkaisua oli mahdollista käyttää kahden erilaisessa tuotteessa.

Kuorirakenteen ansiosta tuotteiden materiaalien ainesmäärä on hyvin vähäinen. Tällä on merkitystä tuotteiden ekotehokkuuteen. Kevyt tuote säästää raaka-aineita, energiaa, kuljetuskustannuksia ja tuotteen hankinnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Tuotteen valmistukseen kuluva aika jää pieneksi kuin tavallisessa sandwich- rakenteessa ja työstökoneita tarvitaan vähemmän reunan yhtenäisyyden vuoksi. Ekotehokkuuden arviointi jää kuitenkin visioiden varaan ja niiden laskenta siirtyy jatkossa mahdollisesti tehtävään tuotekehittelyn yhteyteen lopullisten tuotteiden määrittelyssä.

Suurin ero aikaisempiin muotopuristetuiotteisiin ja kevytlevyihin verrattuna on kuorirakenne ja tuotemuotojen kaksoiskaarevien pintojen yhdistelmä. Kuorirakenteen kokonaisolemus poikkeaa aikaisemmista valmistetuista muotopuristetuiotteista ja kevytlevyistä, eikä niitä välttämättä koeta kumpaankaan tuotekategoriaan kuuluviksi.

Kennolevyjen ja muotopuristeen yhdistelmä olisi mielenkiintoinen tutkimuskohde. Nykyiset kennolevyt ovat tasapintaisia. Sopivalla muotopuristeisella pintakerroksella niihin saisi lisää vaihtelevuutta.

Tuotteet ovat hyvinkin teknisen oloisia, eikä niitä välttämättä koeta enää puusepäntuotteiksi, kuten aikaisempia muotopuristustuotteita. Sen ontouden kuulee, tuntee kehon kosketuksesta ja tuotetta nostettaessa keveys on yllättävää. Tämä saattaa olla merkittävä este tuotteen asettumisessa käyttäjien tuoteympäristön osaksi.

Opinnäytetyön motiivina oli uudenlaisen rakenteen kehittäminen muotopuristeisille tuotteille. Tämän tavoitteen saavuttamisesta voin olla tyytyväinen. Lopputuloksena oli uudenlainen muototyyppi, joka tarjoaa mahdollisuuksia uudistaa puumateriaalia hyödyntävää tuotevalmistusta.

Opinnäytteen yhtenä tavoitteena oli toimintamallin kehittäminen suunnittelua ohjaavaksi ja auttavaksi välineeksi. Malli perustuu kulttuurihistoriallisen toiminnan yleiseen malliin inhimillisen toiminnan säännönmukaisuuksista. Suunnittelijan toimintamallin on tarkoitus kuvata motivoituneen, ja tavoitteellisen suunnittelutoiminnan rakennetta suunnittelijan mielessä. Tässä suhteessa malli kuvaa enemmänkin suunnittelijan sisäistä rakennetta, kuin kehiteltävän

tuotteen rakennetta. Toimintamalli ei ole tutkimusmenetelmä, vaan nimensä mukaisesti toiminnan malli ja sitä voi käyttää analyttisenä työkaluna valittaessa tuotteen suunnitteluvaiheessa käytettäviä tutkimusmenetelmiä ja välineitä.

Toimintamallin laajuuden ja monimutkaisuuden selkeyttämiseksi laadin mallista neljä toimintaa kuvaavaa käsitepakettia, jotta sen hahmottaminen ja käyttö olisi helpompaa ja yksinkertaisempaa. Käsitepaketeilla on tarkoitus kuvata inhimillisiä piirteitä tulkitsevana, luovana, toteuttavana ja sisäistävänä toimintana. Käsitteiden piirteet valitsin toiminnan teorian välittyneisyyden periaatteen mukaisesti. Ihmisen toimintaan liittyy aina välittävä tekijä, joka asettaa toiminnan osat keskenään riippuvuussuhteeseen.

Toimintamalli on kokoava kehys inhimillisen toiminnan moninaisuudesta joka liittyy luovaan toimintaan ja ideoiden toteuttamiseen eikä mallissa sinänsä ole mitään uusia sisältöjä, sillä samoja käsitteitä on käytössä useimmilla tutkimusaloilla, jotka liittyvät oppimiseen, havaitsemiseen, luovuuteen ja suunnitteluun jne. Ensisijainen hyöty toimintamalleista on omassa opetustyössäni suunnitteluun liittyvien harjoitustöiden tehtävänannoissa ja arvioinneissa. Mallin avulla opiskelijat voivat suunnitella omien harjoitustehtäviensä sisältöä.

Lopuksi tutkin kuinka samaa mallia voisi käyttää tuotteen käyttäjän toimintamallina arvioitaessa suunniteltujen tuotteiden hyväksyntää käyttäjillä. Tieto siitä kiinnostaako suunniteltu tuote käyttäjiä on ensiarvoista. Tuotteen hyväksyttävyyden on myös tuotteen käytettävyyden edellytys. Käyttäjän toimintamallin jaoin samalla tavalla käsitepaketteihin kuin suunnittelijan toimintamallissakin. Käyttäjän toiminnassa suunnittelijan toiminnan kohde eli tuote vaihtuu käyttäjän toiminnan välineeksi.

Oletan, että toimintamalleista on hyötyä tuotteen suunnittelun tavoitteiden määrittelyssä yleisemminkin. Malli perustuu laajasti käytössä olevaan toiminnan teoriaan, joskin sitä ei ole käytetty tämän tapaisena työkaluna aikaisemmin. Mallin etu on siinä, että samaa mallia voi käyttää sekä suunnittelun rakenteen määrittelyssä että tuotteen suunnitteluvaiheessa tuoteominaisuuksien määrittelyyn käyttäjän toiminnan näkökulmasta.

Mallien määrittelyssä oli aika paljon hankaluuksia. Tämä johtui käytännössä siitä, että vastaavanlaista ei ole aikaisemmin tehty ja vertailukohdat puuttuivat.

Urakka oli iso enkä onnistunut siinä siten kuin työtä aloittaessani kuvittelin, joten sen sisällön kuvaaminen jäi pinta-puoliseksi. Kulttuurihistoriallista toiminnan yleistä mallia on käytetty yritysten toimintakulttuureissa tapahtuvien toiminnan muutosten analysointiin historiallisena kehityksenä. Käsitteistö on monisäikeistä ja suoraa yhteyttä tuotteen suunnitteluun ei ole.

Tuotteiden käytettävyytystutkimuksissa sitä on sovellettu jonkin verran yleisluonteisesti ihmisen toiminnan monimuotoisuuden esittelyyn esimerkiksi Hyysalo kirjassaan käyttäjä tuotekehityksessä. Aihe on mielenkiintoinen ja sillä voi olla paljonkin annettavaa muotoilun tutkimukseen. Suosittelen siihen tutustumista ja toivon, että joku innostuu aiheesta ja kehittää malleista parempia.

Mallin kattavuutta voisi lisätä, jos siihen liittää tuotteen valmistukseen osallistuvan tuotannon järjestämiseen liittyviä osatekijöitä. Yhä useammin tuotteen olemukseen vaikuttaa sen tuotantotapa ja työnjakoon liittyvät tekijät. Tarjottavan tuotteen valmistuksen etiikka, esimerkiksi ketkä ja millaisissa olosuhteissa tuote valmistetaan, on otettava lähtökohtaisesti huomioon. Tuotteen käyttäjät vaativat hankintahinnan lisäksi yhteiskunnallisista merkittävyyttä osana tuotteen olemusta.

Lähteet

- Engeström, Y. (2004) Ekspansiivinen oppiminen ja yhteiskehittely työssä. Vastapaino Tampere
- Engeström, Y. (1995) Kehittävä työntutkimus. Perusteita, tuloksia ja haasteita. Hallinnon kehittämiskeskus. Helsinki.
- Hyysalo, S (2009) Käyttäjä tuotekehityksessä. Tieto, tutkimus, menetelmät. Taideteollisen korkeakoulun julkaisu B 97. Helsinki
- Kalanti, T. (1990) Visuaalisista ja lingvistisistä koodeista. Synteesi. Vol 1. Helsinki
- Kettunen, P. (2004). Puun rakenne ja ominaisuudet. Tampereen teknillinen korkeakoulu Materiaaliopin laitos. Tampere
- Keinonen, T-Jääskö, V (2003) Tuotekonseptointi. Teknologiateollisuus ry. Helsinki
- Lautamäki, S (2005). Teoksessa. Mooij, M-Kortemäki, T-Lammi, M-Lautamäki, S-Pekkala, J-Sinkkonen, I. Kompassina asiakas. Näkemyksiä ja kokemuksia käyttäjälähtöisyydestä. Teknologiateollisuus ry. Helsinki
- Mutanen, U-Virkkunen, J.-Keinonen, T. (2006) Muotoiluosaamisen kehittäminen teknologisyriyksessä. Teknologiateollisuus ry. Helsinki
- Vygotski, L (1982) Ajattelu ja kieli. Weilin+Göös. Espoo

Internet lähteet

- Eurooppaportaali. Euroopan unionin virallinen verkkosivusto.
http://europa.eu/legislation_summaries/energy/index_fi.htm. haettu. 03.2.2011
- Stosch, M (2007). Produktinnovation und Wissenstransfer. Chancen am Beispiel des Möbelleichtbaus. Fachbereich Produktion und Wirtschaft der Fachhochschule Lippe und Höxter, Abt. Lemgo ZiMit-Abschluss-Kongress
www.zimit.de/media/doc/Vortrag_ZiMit_Prof.Stosch_Leichtbau_1.pdf, haettu 03.2.2011
- Valtion ympäristöhallinto. Ekotehokkuuden lisäämisen kovat tavoitteet.
www.ymparisto.fi/ekotehokkuus. haettu 24.2.2011

Kuvaluettelo

- Kuva 1. Rahikainen, Tuomo (2010). Vaneroinnin periaate
- Kuva 2. Rahikainen, Tuomo (2010) Tuolin istuimen muotopuristuksen periaate
- Kuva 3. Rahikainen, Tuomo (2010) Tasapaksu ja vaihtuvapaksuinen muotopuriste
- Kuva 4. Rahikainen, Tuomo (2010) Suunnittelutoiminnan kehityspolku
- Kuva 5. Rahikainen, Tuomo (2010) Määrittelevä konseptointi
- Kuva 6. Rahikainen, Tuomo (2010) Kehittävä konseptointi
- Kuva 7. Rahikainen, Tuomo (2010) Visioiva konseptointi
- Kuva 8. Engeström 2004. Toiminnan yleinen malli Engeström, Y. (2004) Ekspansiivinen oppiminen ja yhteiskehittely työssä. Vastapaino Tampere
- Kuva 9. Rahikainen, Tuomo (2010) Konseptoinnin toimintamalli
- Kuva 10. Rahikainen, Tuomo (2010) Toiminnan muoto
- Kuva 11. Rahikainen, Tuomo (2010) Toiminnan muoto
- Kuva 12. Rahikainen, Tuomo (2010) Toiminnan muoto
- Kuva 13. Rahikainen, Tuomo (2010) Toiminnan muoto
- Kuva 14. Rahikainen, Tuomo (2010) Tutkimusmetodi
- Kuva 15. Rahikainen, Tuomo (2010) Puun solun rakenne
- Kuva 16. Rahikainen, Tuomo (2010) Poikittainen murtuma
- Kuva 17. Rahikainen, Tuomo (2010) Syvävetotyökalun periaate
- Kuva 18. Rahikainen, Tuomo (2010) Puristussuunnitelma ja mallinnetut puristustyökalut
- Kuva 19. Rahikainen, Tuomo (2010) Valmiit mdf-levyiset muttiosat
- Kuva 20. Rahikainen, Tuomo (2010) Tyhjiöimu viiluille
- Kuva 21. Rahikainen, Tuomo (2010) Puristustapahtuma
- Kuva 22. Rahikainen, Tuomo (2010) Puristustestit
- Kuva 23. Rahikainen, Tuomo (2010) Sandwich rakenne

Kuva 24. Rahikainen, Tuomo (2010) Vaihtuva paksuinen rakenne
Kuva 25. Rahikainen, Tuomo (2010) Cap-rakenteen periaate
Kuva 26. Rahikainen, Tuomo (2010) Kennolevyn rakenne
Kuva 27. Rahikainen, Tuomo (2010) Pehmeäpäällinen penkki
Kuva 28. Rahikainen, Tuomo (2010) Penkin osat räjäytyskuvana
Kuva 29. Rahikainen, Tuomo (2010) Kupera ja kovera (2010) muottipinta
Kuva 30. Rahikainen, Tuomo (2010) Muotopuristus
Kuva 31. Rahikainen, Tuomo (2010) Kuorirakenne
Kuva 32. Rahikainen, Tuomo (2010) Sisätäytön osat
Kuva 33. Rahikainen, Tuomo (2010) Osien kohdistus
Kuva 34. Rahikainen, Tuomo (2010) Uretaanitäyttö Kosofinnillä
Kuva 35. Rahikainen, Tuomo (2010) Valukone
Kuva 36. Rahikainen, Tuomo (2010) Komposiittipöytä
Kuva 37. Rahikainen, Tuomo (2010) Pöydän osat räjäytyskuvana
Kuva 38. Rahikainen, Tuomo (2010) Kovera ja kupera muottipinta
Kuva 39. Rahikainen, Tuomo (2010) Muotopuristus
Kuva 40. Rahikainen, Tuomo (2010) Kuorirakenne
Kuva 41. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toimintamalli
Kuva 42. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toiminnan muutos
Kuva 43. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toiminnan muoto
Kuva 44. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toiminnan muoto
Kuva 45. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toiminnan muoto
Kuva 46. Rahikainen, Tuomo (2010) Käyttäjän toiminnan muoto